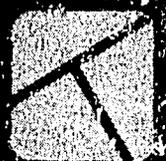


La sombra para el cacao



PA-HAW-204 38
IN-47870

Centro Interamericano de
Documentación e Información
Agrícola
- 5 JUL 1986
C I D I A
Turrialba, Costa Rica

Serie técnica
BOLETIN TECNICO No. 5

La sombra *in the cocoa tree* para el cacao

Review of the literature
REVISION DE LITERATURA Y
BIBLIOGRAFIA ANOTADA
Annotated bibliography

Alfonso Martínez
Gustavo Enríquez

La preparación y publicación de este trabajo han sido financiadas con fondos de la Fundación W. K. Kellogg como parte del proyecto de Capacitación Agropecuaria en el Istmo Centroamericano.



CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Turrialba, Costa Rica, 1984

El CATIE es una asociación civil sin fines de lucro, autónoma, con carácter científico y educacional, que realiza, promueve y estimula la investigación, la capacitación y la cooperación técnica en la producción agrícola, animal y forestal con el propósito de brindar alternativas a las necesidades del trópico americano, particularmente en los países del Istmo Centroamericano y de Las Antillas. Fue creado en 1973 por el Gobierno de Costa Rica y el IICA. Acompañando a Costa Rica como socio fundador, han ingresado Panamá en 1975, Nicaragua en 1978, Honduras y Guatemala en 1979 y República Dominicana en 1983.

© 1984, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

ISBN 9977-951-39-X

633.7434

M365

Martínez, Alfonso

La sombra para el cacao : revisión de literatura y bibliografía anotada / Alfonso Martínez, Gustavo Enríquez. -- Turrialba, Costa Rica : Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1984.

64 p. ; 24 cm. -- (Serie técnica. Boletín técnico / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza ; no. 5).

ISBN 9977-951-39-X

1. Cacao - Sombreamiento I. Enríquez, Gustavo II. CATIE Departamento de Producción Vegetal III. Título IV Serie.

AGRINTER F00 2110

Contenido

Introducción	5
PARTE I REVISION DE LITERATURA	7
Efectos fisiológicos de la sombra sobre el cacao	7
Acción fisiológica de la luz	7
Ventajas del sombrío	8
Desventajas del sombrío	9
Métodos de establecimiento del sombrío	9
Características deseables en los árboles de sombra	10
Especies para sombrío transitorio	11
Especies para sombrío permanente	13
Género <i>Albizzia</i> spp.	13
Género <i>Aleurites</i> spp.	14
Género <i>Cedrela</i>	15
Género <i>Dalbergia</i>	18
Género <i>Erythrina</i>	19
Género <i>Inga</i>	20
Género <i>Terminalia</i>	21
Frutales	22
Otras especies	23
Palmáceas	24
Especies perennes incompatibles	25
Literatura consultada	26
PARTE II BIBLIOGRAFIA ANOTADA	31

Introducción

El cacao es una especie umbrófila, esto es, que requiere sombra para su normal desarrollo. Debido a la escasez de productos maderables de buena calidad, a la falta de productos energéticos y a la misma escasez de alimentos en el trópico, el sombrío, además de cumplir su misión específica, puede convertirse en un cultivo tan importante como el propio cacao.

Para dar sombra al cacao se deben escoger especies que cumplan ciertos requisitos mínimos, como ser de rápido crecimiento, no ocasionar interferencias en el normal desarrollo del cacao, y estar adaptadas a las zonas cacaoteras; además, deben proporcionar subproductos que ayuden a cubrir los gastos de instalación y mantenimiento del cultivo.

Esta publicación da a conocer las ventajas y desventajas de las principales especies que se utilizan como sombrío en los cacaotales, describe las características de algunas de uso potencial, y presenta una lista de otras especies que han demostrado ser incompatibles con el cultivo.

La primera parte del trabajo describe los efectos fisiológicos de la sombra y las características principales de las diversas especies, de acuerdo a dos tipos principales de sombra: transitoria y permanente. La segunda parte presenta una bibliografía anotada, con 132 referencias sobre el tema, como una contribución adicional para quienes desean ampliar su información sobre la sombra para el cacao.

FE DE ERRATAS

Pág.	Pfo.	Dice	Debe decir
9	6	sombradas	sombreadas
19	1	<i>Erythri ia cusca</i>	<i>Erythrina fusca</i>
21	1	portadora de	susceptible a
22	2	<i>Anacardium occidental</i>	<i>Anacardium occidentale</i>
22	10	<i>Lacuma mamosa</i>	<i>Lacuma mammosa</i>
23	7	forraje	follaje,
35	10	<i>Papera</i>	<i>Papua</i>
41	9	teofrosia	tefrosia
51	6	El autor analiza	Los autores analizan
52	6	<i>Underexploried</i>	<i>Underexploited</i>

Parte I

Revisión de literatura

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA SOMBRA SOBRE EL CACAO

El cacao en estado natural vive en asociación biológica con otras especies como palmeras, árboles y arbustos pequeños. Entre estas especies las más comunes son: *Astrocaryum* sp., *Ravenala guyanensis*, *Euterpe edulis*, *Maximiliana maripa*, *Orbignya speciosa*, *Heliconia humilis* y *Socratea exorrhiza* (Miranda, 1938).

Acción fisiológica de la luz

Para comprender la acción de la luz sobre la fisiología de la planta es necesario distinguir entre efectos térmicos y luminosos. Por su acción térmica la luz es el principal factor ambiental que afecta los fenómenos fisiológicos de la planta como la transpiración o pérdida de agua, el crecimiento, la actividad metabólica y aún sus características químicas.

Observaciones realizadas en Costa Rica (Alvim, 1966) indican que con una temperatura del aire de 28°C, una intensidad de luz de 13 500 bujías/pie y una humedad relativa del 68 por ciento, la temperatura de una hoja al sol varía entre 46 y 48°C, mientras que la de una hoja colocada a la sombra es de 28°C. Se ha demostrado, además, que una hoja al sol alcanza valores de 18 a 20°C por encima de la temperatura del aire.

Ese pronunciado calentamiento de las hojas por efecto del sol produce un considerable aumento en la presión del vapor de agua dentro de los espacios intercelulares, forzando su escape a través de los estomas. Por ello la transpiración de una hoja al sol es considerablemente más acelerada —dos o tres veces mayor que la de una hoja a la sombra.

El crecimiento del árbol de cacao es mayor durante los meses más calientes del año, en los que también se presenta una mayor luminosidad. En Costa Rica se ha determinado que el crecimiento del tronco es mucho mayor durante los meses de junio, julio y agosto —los más calientes— reduciéndose a valores mínimos durante los meses más fríos —noviembre, diciembre y enero (Alvim, 1958).

Por otra parte la luminosidad o acción directa de la luz, afecta fenómenos de la planta como la fotosíntesis, la apertura de los estomas, el crecimiento o alargamiento de las células, la época de maduración de los frutos, la intensidad de la floración y también la composición química y las características físicas de la grasa del cacao (Alvim, 1977).

Ventajas del sombrío

Hardy, citado por Aguilera (1978), señala que el cacao bajo la protección de la sombra demanda menos cantidad de nutrimentos debido a las cantidades bajas de los productos de fotosíntesis. Los árboles de cacao bajo sombra requieren una menor cantidad de nitrógeno y fósforo para formar proteínas, y menos potasio para estimular el crecimiento y acelerar la traslocación de carbohidratos hacia el sistema radicular. Por esta razón, bajo sombra intensa el cacao tiene menores rendimientos y la adición de fertilizantes no da una respuesta positiva. La sombra, sin embargo, protege las hojas del cacao contra el efecto directo del sol, el cual ejerce una acción restrictiva sobre su crecimiento. Además, el sol produce quemaduras que facilitan el que los vientos rompan y arranquen fácilmente las hojas (Miranda, 1938). La sombra también disminuye la incidencia de ciertas plagas y enfermedades como *Phytophthora palmivora*, *Monilia rozeri* y *Trips* (Aguilera, 1978; Knapp, 1920; Marques de Almeida, 1948-1949).

Los árboles de sombra proporcionan condiciones ambientales más estables (Aguilera, op. cit.). Donald en Trinidad, citado por Alvim (1958), llegó a la conclusión de que las abundantes floraciones acompañadas de grandes fructificaciones solo tienen lugar durante los períodos uniformes de humedad. En Bahía, Brasil, se determinó que la humedad anual promedio del aire en cacaotales colocados a plena exposición era del 85 por ciento, mientras que la de los colocados a la sombra era del 90,4 por ciento.

Los árboles de sombra permiten un mejor aprovechamiento de los fertilizantes aplicados al cacao, pues aquel que se perdería por lixiviación es aprovechado por los árboles de sombrío. Además, los árboles extraen nutrimentos de las partes más profundas del suelo y los depositan sobre la superficie en forma de hojas y ramas (Urquhart, 1963); en esta forma aportan materia orgánica al suelo mejorando sus propiedades físicas (Aguilera, 1978). Adams y McKelvie, citados por Urquhart (1963), estimaron que en Ghana los árboles de sombra dieron 2000 kg de hojarasca por año, con un contenido de 18.4 kg de nitrógeno y 1.8 kg de fósforo. Según Hardy (1955) en Trinidad la *Erythrina* contiene cuatro por ciento de nitrógeno en los nódulos de las raíces, dos a tres por ciento en las hojas, y entre tres y seis por ciento en las flores. La cantidad de nitrógeno agregado por la caída de las flores es solo de 22.5

kg/ha. Una cosecha de 226.75 kg de cacao extrae aproximadamente 13.44 kg de nitrógeno por hectárea; en consecuencia, hay una ganancia neta de 3.4 kg equivalente a casi 44.82 kg de sulfato de amonio por hectárea (Urquhart, 1963).

Por otra parte, los árboles ayudan a mantener la permeabilidad y la aireación del suelo, factor de especial valor en aquellos propensos a inundación. Además, protegen los suelos, aumentando la infiltración y disminuyendo la escorrentía, evitando en esta forma la erosión (Aguilera, 1978). También los árboles reducen la temperatura del suelo, evitando la pérdida del manto o cobertura muerta por la quema o combustión más intensa y acelerada de la materia orgánica que lo compone (Miranda, 1938).

Finalmente, los árboles de sombra disminuyen los costos de producción al proporcionar ingresos adicionales (Aguilera, op. cit.) provenientes de varios subproductos como leña, frutas, aceites, madera, fibras, etc. También disminuyen el crecimiento de las malas hierbas (Aguilera, *Ibid*; Urquhart, 1963), dan mayor longevidad a la plantación (Alvim, 1958), y producen un efecto benéfico al interceptar las lluvias (Dubois, 1978).

Desventajas del sombrío

La mayor desventaja del sombrío es sin duda, la disminución de la producción. La planta libre de enfermedades y plagas, en suelo fértil y sin malezas, produce más al sol que a la sombra por efecto del proceso de fotosíntesis. Cuanto más luz mayor producción (Alvim, 1958). Los árboles de sombra compiten con las plantas de cacao por el suelo, el agua y los nutrimentos, especialmente cuando tienen raíces muy superficiales (Aguilera, 1978); pueden transmitir algunas plagas o enfermedades al cultivo y contribuyen a la pérdida de agua del suelo por transpiración (Aguilera, 1978). Finalmente los riesgos de daños en el cultivo aumentan con las talas o podas de los árboles de sombra.

Métodos de establecimiento del sombrío

Para establecer el sombrío se puede partir de bosques naturales o de plantaciones perennes ya establecidas. También se puede iniciar la plantación con la siembra de los árboles de sombra.

En el caso del bosque natural se hace una entresaca selectiva, como en África Occidental, Malasia, México y Brasil. Cuando no todos los árboles presentan buenas cualidades es necesario sembrar algunos de rápido crecimiento, como *Musanga smithii*, para llenar las áreas insuficientemente sombradas. La entresaca se debe hacer entre los 9 y los 12 meses antes de la siembra del cacao.

Un cultivo de cacao se puede iniciar también entre plantaciones de plantas perennes ya establecidas, como se hace en la India, Malasia y Nueva Guinea; en otros países como Ceylan, Brasil y Malasia el cacao se planta entre árboles de caucho ya establecidos. También se siembra entre cocoteros o pejibaye, cuando estos tienen seis u ocho años de edad; si en estos casos la sombra es insuficiente se intercalan especies de rápido desarrollo.

Características deseables en los árboles de sombra

Rara vez se encontrará un árbol que reúna todas las características deseables para servir como sombra al cacao. Sin embargo, se debe seleccionar la especie con las mejores cualidades para una zona determinada.

En general se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

Se deben preferir los árboles con hojas compuestas y de porte pequeño. La copa debe ser extendida de tal manera que intercepte los rayos solares pero que a la vez permita que la luz se filtre a través del follaje (Urquhart, 1963). Además deben retener este follaje durante la estación seca (Aguilera, 1978; Urquhart, 1963).

El sistema radicular debe ser profundo para que se desarrolle a un nivel diferente al del cultivo, de esta forma los árboles de sombra no compiten por nutrimentos con el árbol de cacao ni transpiran la humedad superficial. Un sistema radicular profundo también evitará que los árboles de sombra se caigan con los vientos (Aguilar, 1978; Urquhart, 1963).

También se deben preferir los árboles sin espinas que permitan regular fácilmente el sombrero por medio de la poda (Urquhart, op. cit.).

Las leguminosas son muy recomendables porque incorporan nitrógeno del aire al suelo; sin embargo, no es necesario circunscribir la selección de árboles para sombra alta a las leguminosas, si dentro de ellas no se dispone de un tipo adecuado (Urquhart, op. cit.). Algunos árboles ideales para una zona, no lo son para otras. *Leucaena leucocephala* por ejemplo, se usa mucho en Indonesia, Nueva Guinea y otros países con estación seca corta; pero no es apropiado para las zonas con una estación seca prolongada, en la que la especie produce gran cantidad de semillas llegando a constituirse en maleza (Moreno, 1978).

Los árboles para sombra deben ser especies de rápido crecimiento y larga vida, en comparación con el cacao (Aguilera, 1978); deben ser también de rápida regeneración (Aguilera, op. cit.), fáciles de manipular —como los árboles sin espinas— y adaptables a las condiciones ecológicas del cultivo. Estos árboles no deben ser atacados por plagas ni enfermedades importantes o permitir la transmisión de este tipo de problemas al cacao; tampoco deben requerir muchos cuidados.

ESPECIES PARA SOMBRIO TRANSITORIO

Además de las características descritas anteriormente, los árboles para sombrío transitorio deben tener la capacidad de dar sombra suficiente y abrigo al cacao, y de conservar o aún mejorar el suelo. Deben ser fáciles de eliminar y su distribución no debe alterar el trazado de la plantación al crecer el sombrío permanente. Por último deben aportar algún producto de utilidad para el agricultor.

A continuación se describen las especies más utilizadas como sombrío transitorio en plantaciones de cacao:

Cajanus indicus. Nombre común: Guandul, frijol de palo, gandul, gandur. Es un arbusto con ramificación de muy abierta a escasa, de hasta tres metros de altura, follaje poco denso y hojas trifoliadas. Es de rápido crecimiento, vive hasta siete años y su multiplicación se hace sembrando tres o cuatro semillas por sitio a 50 cm entre las plantas jóvenes de cacao.

Este arbusto se utiliza en casi todas las zonas cacaoteras del mundo. Produce semillas de alta calidad culinaria y sus frutos se consumen tanto tiernos como secos; además produce de cinco a seis kilogramos de leña/planta/año, lo mismo que residuos enriquecedores del suelo. Sus hojas también producen abundante alimento usadas como forraje. Es atacado por la podredumbre de la raíz *Rosellinia* sp. y por los gorgojos de la semilla.

Colocasia esculenta. Nombre común: Malanga, coyoman y otros. Su uso como sombrío transitorio se restringe a los países del pacífico Sur (Malasia, Borneo, etc.) donde tiene abundante uso y es de fácil comercialización. Produce tubérculos comestibles.

Carica papaya. Nombre común: Papaya lechosa. Se utiliza con regularidad en América del Sur aunque no en forma ordenada. Se siembra entre las calles del cacao a tres metros de distancia. Produce frutos de buen tamaño que aunque perecibles, sirven para consumo en fresco o enlatados. Es una planta atacada por insectos.

Canavalia spp. Nombre común: Canavalia, baba de caballo, feijao-espada (Brasil). Es una leguminosa productora de semillas de alto valor protéico y de forraje que se usa como abono verde. Es apropiada para zonas hasta con 4 200 mm de precipitación, suelos ácidos con pH entre 4.3 y 6.8 y temperaturas entre 14 y 27°C. Se puede sembrar hasta alturas de 1 800 m.s.n.m.

Flemigia vestita. Contiene 9.3 por ciento de proteína y se usa como sombrío transitorio en Colombia y Papua. Produce tubérculos comestibles.

Leucaena leucocephala (L. glauca). Es otra leguminosa que puede ser utilizada como sombrío transitorio o permanente. Se multiplica por semilla y por estacas. Por su sistema radical profundo es el mejor árbol para sombrío. Además es una planta nutrificante del suelo que produce forraje digestible, nutritivo y que le gusta al ganado. Es una especie de rápido crecimiento que se aprecia como productora de leña, además de ser una buena fuente de madera para papel, pulpa, postes y material de construcción. En Indonesia y Centroamérica tiene además usos medicinales.

Entre sus limitaciones se destaca el hecho de que en elevaciones de 500 m.s.n.m. su crecimiento se retarda; necesita suelos bien drenados y con abundantes nutrimentos y es difícil que sobreviva en suelos ácidos. Si no se le poda continuamente puede producir marañas densas, como si se tratara de una maleza.

Manihot esculenta. (*M. utilissima*, *M. edulis*, *M. utilis*, *M. ahipi*). Nombre común: yuca. Esta planta se utiliza en algunas zonas como sombrío transitorio *de emergencia* en casos en que por alguna razón falla el sombrío transitorio regular. Es una planta que requiere muchos nutrimentos para su desarrollo por lo que no se debe abusar de su uso. No se debe sembrar cerca de las plantas de cacao, pues al cosechar la yuca estas se pueden perjudicar.

Musa spp. Nombre común: Plátanos, bananos. Éstas son las plantas más utilizadas como sombrío transitorio en todo el mundo por su alta producción, continuidad de la misma y fácil mercadeo. La forma de siembra varía en diferentes zonas. Generalmente se siembra un año antes que el cacao, para que su primera cosecha produzca los recursos necesarios para sembrarlo.

Las distancias de siembra más utilizadas son 4 x 4 y 3 x 3 metros en cuadro o triángulo, pero también se siembra en forma de barreras colocadas en sentido contrario a la pendiente. Cada barrera está compuesta por dos hileras de *Musa* separadas dos metros entre sí. La distancia entre barreras debe ser tal, que entre ellas se puedan acomodar tres o cuatro líneas de cacao.

El sistema radical del plátano y del banano es superficial por lo que aprovecha en parte el fertilizante aplicado al cacao. La sombra que produce la especie es apropiada para los arbolitos de cacao. Producen su primer racimo a los 12 meses aproximadamente y son fáciles de eliminar una vez que ha crecido el sombrío permanente.

Ricinus communis. Nombre común: Higuierilla, castor. La planta produce semillas con alto contenido de aceite fino. Su uso se ha restringido por ser una planta *agotadora* del suelo.

Tephrosia vogelii. Nombre común: Barbasco africano. Es una leguminosa de porte bajo y escaso follaje. Crece hasta 2.5 metros de altura y se

siembra en forma de chorrillo a 10 ó 15 centímetros entre las calles del cacao. Fructifica a los 10 meses y dura dos años. Se usa como veneno para peces e insecticida contra áfidos.

Zea mays. Nombre común: Maíz. Se siembra en triángulo de un metro de lado dos o tres meses antes que el cacao. Posteriormente se siembra la planta de cacao en el centro de este triángulo. Esta forma de sombrío temporal no es muy utilizada en América Central.

ESPECIES PARA SOMBRIO PERMANENTE

A continuación se describen las especies más apropiadas para el sombrío permanente del cacao con sus respectivas ventajas y limitaciones:

Género *Albizzia* spp.

Albizzia lebbek. Nombre común: Bois noir (Indias occidentales francesas); Siris (India británica); Kal-baje, Vagai (India). Es una especie de rápido desarrollo que produce madera de buena calidad. Se utiliza para enchapados por ser de grano fino, lo que permite un alto pulido. Florece a los cuatro años de edad perdiendo la totalidad de sus hojas durante un mes. Llega a su desarrollo definitivo a los 12 años, cuando tiene 15 metros de altura, por lo que conviene sembrarla a 16 x 16 metros en cuadro. Sus ramas y el tronco pueden ser quebrados por el viento. En los primeros estados de desarrollo puede presentar una alta incidencia de pudrición en el cuello. Tiene numerosos enemigos, especialmente cerambicidos, que perforan galerías en el tronco; de éstas exuda una goma que podría ser utilizada industrialmente. Sus hojas pueden utilizarse para alimentar ganado, 100 kilogramos de hojas secas contienen: Nitrógeno 18.79 kg, Acido fosfórico 1.40 kg, Potasio 3.18 kg y Carbonato de calcio 37.00 kg.

Albizzia moluccana. Nombre común: Djeundjing laut (Java); Poon sikat, Sengoon laoot (Malasia); Albicia (Costa Rica). La especie alcanza entre 25 y 30 metros de altura y se adapta muy bien como sombrío; sus hojas son terminales formando un toldo muy fino, también son nictinásticas, es decir, que se pliegan en la tarde por falta de luz; su crecimiento es rápido y se adapta a elevaciones bajas o medianas en climas húmedos o muy húmedos.

La sombra de esta especie, nativa de las islas Molucas y Java, es ideal. Cada árbol sombrea unos 20 metros de diámetro, por lo que se aconseja sembrarlo a distancias entre 13 y 15 metros, en cuadro. El árbol es atacado por parásitos animales y vegetales y vive entre 25 y 40 años.

La madera de *A. moluca* es dura y se utiliza para la fabricación de muebles, implementos agrícolas y construcción de botes. Al igual que *A. lebbek*, su follaje se utiliza para alimentar ganado. Se puede utilizar también como rompevientos.

Albizia stipulata. Nombre común: Sengón (Java), Saúl (Ceilán), Sengón yora (Malasia) y Pottobage (India). Las características morfológicas y el comportamiento como sombrío son similares a *A. moluca*, pero esta especie se prefiere porque su madera es de mejor calidad y porque además, incorpora al suelo unos 4942 kg de hojas por hectárea equivalente a 31.3 kg de nitrógeno. Los árboles se siembran a 15 x 15 metros en cuadro.

Otras Albizias. Algunas otras especies como *Albizia odoratissima* (27 metros de altura) *Albizia procera* (20 metros de altura) y *Albizia amara* (12 metros de altura), son también utilizadas como árboles de sombra. Todas poseen madera dura, de buena calidad (especialmente para construcción) y de color café oscuro, pero su uso no es muy común. Estas especies se propagan por semillas y requieren un mínimo de cuatro años para proporcionar sombrío a la plantación. Los árboles proporcionan, además, abundante materia orgánica al suelo: al analizar sus hojas mostraron que contenían 1.96 por ciento de nitrógeno, 0.53 por ciento de fósforo y 0.24 por ciento de potasio.

Género *Aleurites* spp.

Aleurites triloba. La especie, una Euphorbiacea de porte alto, rápido desarrollo en hojas grandes y persistentes y un sistema radicular profundo, es originaria del Sureste de Asia. Se reproduce generalmente por semillas y se siembra a una distancia mínima de 8 x 8 metros en cuadro. El sistema foliar es alto y colocado horizontalmente. De sus semillas se extrae el aceite para barnices conocido en el comercio como "abrasín" y su madera blanca es buena para fabricar cajones. No se reportan plagas o enfermedades de importancia que la ataquen.

Aleurites montana. Es también una especie de rápido desarrollo que fructifica a los tres años. Al igual que la anterior produce aceite de sus semillas que se utiliza en la fabricación de pinturas y barnices.

Aleurites fordii. *Aleurites trisperma* v *Aleurites cordata*. Aunque son algo utilizadas para sombrío, estas especies se descartan por su lento desarrollo, vasto sistema foliar y porte pequeño; además, porque resisten poco los vientos fuertes.

Anacardium excelsum. Nombre común: Mijao, Amajiao o Mihao. La especie es una anacardiácea, cuyos ejemplares pueden alcanzar dimensiones enormes. Por lo regular son árboles majestuosos, de copa alta y

frondosa, que dan una sombra tenue o liviana, más por lo alto de la copa que por la forma y disposición de sus ramas y hojas. Por la disposición de su sistema radicular, resiste muy bien los vientos fuertes que podrían destruir otras especies de árboles de sombra. Sus frutos son ricos en grasas y se aprovechan para la alimentación de cerdos. La especie es atacada en algunas zonas por "Die-back". En la zona cacaotera de los valles del sector central de Venezuela representa en promedio el 38 por ciento de todas las especies de árboles de sombra para cacao, alcanzando un máximo porcentaje en Aroa (75 %), Cuyagua (70 %) y Choroni (68 %). Sólo en Venezuela se reporta su utilización como árbol de sombra para cacao.

Género *Cedrela*

Cedrela toona. Nombre común: Cedro rojo. Es un árbol de la familia Meliaceae, de 20 a 30 metros de alto, corteza de color café oscuro, que se propaga por semillas o estacas; su madera es olorosa, roja y granulada. Esta especie maderable se encuentra en la zona tropical al sur de los Himalayas, a 1200 metros de altura y en la parte central y sur de la India. Se halla asociada a otras especies de sombra en cacaotales y cafetales. El análisis de sus hojas indica un alto contenido de nitrógeno y bajo contenido de potasio.

La madera es liviana, granulosa, moderadamente dura y se debe aserrar verde; también es propensa a podrirse; además, si no se remueve la corteza se podría acelerar su pudrición por ser susceptible a las termitas. La madera aserrada toma un buen pulido final y se le usa para fabricar muebles, cajas, madera contraenchapada, pisos, puertas, ventanas, etc. La corteza se utiliza para combatir la disentería infantil y sus cenizas son ricas en calcio.

Cedrela odorata (*C. mexicana*). Nombre común: Cedro amargo. Es un árbol de madera preciosa, de color rojizo, grano fino, textura elástica o moderadamente pesada, y resistente a la polilla. Se da bien en elevaciones bajas en climas desde secos hasta muy húmedos, pero se restringe a los suelos bien drenados. El cedro amargo se encuentra desde México hasta la América del Sur y su madera se utiliza en la fabricación de durmientes de ferrocarril, mueblería de lujo, ebanistería y construcción de botes.

Cocos nucifera. Nombre común: Coco. La asociación coco-cacao puede ser encontrada actualmente en India, Malasia, Filipinas y Nueva Guinea, donde se han aprovechado las antiguas plantaciones de coco para intercalar o mezclar el cacao. En Malasia también el coco se encuentra asociado con otras especies de ciclo corto como maíz, chile, coliflor, tomate y lechuga, y con algunas perennes como banano, piña, café y pastos.

Para establecer una plantación rentable de coco y cacao se necesita un mínimo de 2.5 hectáreas. El cacao se puede plantar de diferentes maneras: en hilera simple o doble entre el coco, mezclado en hilera entre el coco, y mezclado en hilera simple. La forma más lógica sin embargo, es sembrar el coco y el cacao en triángulo.

En ensayos realizados en la India se ha aprovechado esta asociación de coco-cacao para introducir otras especies y así aprovechar mejor el terreno. En 1977 se obtuvieron los siguientes resultados al asociar coco, cacao, pimienta negra y piña:

Especie	No. planta/ha	Rendimiento/año
Coco	175	21 000 unidades
Cacao	600	400 kg cacao seco
Piña	3500	5 000 frutas frescas
Pimienta	175	100 kg pimienta seca

En Malasia se producen 440 kg/ha/año de copra y 595 kg/ha/año de cacao seco en pequeñas parcelas. Una de las características que presenta esta asociación es que los cultivos producen más cuando están asociados que cuando se siembran solos. Esta afirmación sin embargo, contradice lo que sucede cuando se siembran cultivos anuales asociados. Los siguientes resultados obtenidos de ensayos llevados a cabo en la India y Malasia, lo confirman:

Cultivo	No. plantas por ha		Rend. anual de cocos (nueces/pl.)		Incremento	Incremento anual en productividad por hectárea	
	Coco	Cacao	Antes de plantar cacao	Después de plantar cacao		Cocos (nueces)	Cacao (kg)
Coco	175		77,4	130,8	53,4	9345	
Coco + Cacao	175	350	65,4	193,8	73,9	12932	300
Coco + Cacao	175	650	49,8	117,9	68,1	11917	400

En Malasia se obtuvieron resultados muy similares:

Cultivo	Edad de la primera producción	Rendimiento kg/ha/año
Coco	72-84 meses	850-900
+		
Cacao	30-36 meses	440-670

Para Nair *et al* (1975) este efecto benéfico de combinación coco-cacao indica que al analizar el desarrollo de las dos especies, ambas fueron compatibles como cultivos mixtos. Aparte del comportamiento satisfactorio de los dos en forma individual, hay un efecto de sinergismo en la combinación. Investigaciones preliminares sobre los microorganismos de la rizósfera indican que la mezcla de estos cultivos favorece la alta incidencia de microorganismos tanto en el coco como en el cacao, siendo mayor la incidencia cuando el cacao se cultiva en doble hilera entre el coco. Entre estos microorganismos se encuentran fijadores de nitrógeno como *Beijerinckia* sp.; solubilizadores de fosfato como *Pseudomonas* sp. y *Aspergillus* sp.; y sintetizadores del ácido indol-acético como *Escherichia* sp., *Aspergillus flavus* y *Aspergillus fumigatus*. En la rizósfera del cultivo mixto se han visto también algunas asociaciones entre varios hongos y sus hospederos --las raíces superficiales-- similares a las asociaciones de micorrizas.

La recomendación para Malasia, en aquellas zonas donde se establecen plantaciones mixtas, indica el uso de árboles de coco nuevos y seleccionados, como el Mawa --híbrido entre Malayan dwarf y West african tall-- que comienza a producir entre el cuarto y el séptimo año. El coco necesita condiciones climáticas y de suelo muy especiales para su normal desarrollo. Se puede sembrar en zonas entre el nivel del mar y los 600 metros, con temperaturas superiores a los 25° C y con precipitaciones entre 1 000 y 2 500 mm por año. Sus requerimientos de suelo son muy similares a los del cacao, es decir, suelos con abundante materia orgánica y preferiblemente abundantes en arenas, lo que facilita el drenaje e impide el ataque de los patógenos del suelo.

Cordia alliodora. Nombre común: Laurel. Esta es una especie de madera preciosa muy frecuente en bosques secundarios. Crece muy bien en las zonas de la región tropical que van desde el nivel del mar hasta los 900 m.s.n.m. En Turrialba, Costa Rica, a 600 m.s.n.m., 2 700 mm de precipitación y en buenos suelos, el crecimiento del laurel es de 2.5 cm de

diámetro promedio por año. Se le encuentra mezclado con otros árboles de sombra en cafetales y cacaoales. Debido a su follaje poco denso y a su copa angosta, los árboles de laurel no son volteados y están poco expuestos a los vientos.

Esta especie presenta características que la hacen muy prometedora como árbol de sombra: crecimiento rápido, fuste recto y un sistema radical aparentemente profundo; la copa, que ocupa poco espacio, presenta una alta producción de hojas y se autopoda. Su madera, cuyo color varía de amarillento a ligeramente gris, presenta un corazón marrón oscuro; es de grano fino, textura media, flexible, compacta, fuerte, resistente y durable; se la emplea en construcción de pisos, cielos rasos, puertas, ventanas y gabinetes. De las ramas del laurel también se hacen buenos aros para barriles.

La especie permite obtener una entresaca a los 10 años y una cosecha final a los 15 años, con un volumen comercial de 200 a 300 metros cúbicos por hectárea.

Género *Dalbergia*

El género *Dalbergia* comprende especies leguminosas de gran valor comercial que crecen en compañía de otras sombras y son generalmente usadas con café y cacao.

Dalbergia sissoo. Crece en regiones superiores a los 600 m.s.n.m., a menor altura que la *D. latifolia*. Entre las dos hay poca diferencia en el comercio, aunque *D. sissoo* tiene madera más fuerte y dura, es de color café oscuro y su pulido es muy satisfactorio por el bajo contenido de aceite. Es una especie que mezclada con otros árboles de sombra, permite buena luz para el cacao. Se la encuentra distribuida en el norte de la India, donde se emplea para fabricar enchapados decorativos, gabinetes, muebles, y también para construcción. En algunas partes sus trozas se emplean como forraje; además, tiene usos medicinales contra la diarrea, la dispepsia y la obesidad.

Dalbergia tucurensis (Cocobolo, Rosewood). Es una especie de rápido desarrollo que crece en elevaciones entre bajas y bajo-medianas, en climas húmedos o muy húmedos. No desarrolla copa muy densa y produce madera valiosa. Esta es pesada y de buena calidad, el color del corazón es anaranjado con vetas púrpuras. Tiene muchos usos en torneñas para la elaboración de souvenirs y sirve también para la fabricación de pisos de parquet.

Género *Erythrina*

Las especies de este género pertenecen al grupo Papilionáceas, generalmente utilizadas en los cacaoales de toda América:

Erythrina cusca (*E. glauca*). Nombre común: Poró blanco, Bucaré inmortal, Bucaré pionfo, Cámbulo. Es una especie de desarrollo rápido: a los cinco años tiene unos ocho metros de altura. El fuste tiene pocas espinas. Su copa, muy compacta, tiene unos seis metros de diámetro por lo que debe ser podada continuamente; de lo contrario los árboles deben sembrarse a distancias superiores a los 18 x 18 metros en cuadro. Si se siembra a 12 x 12 metros y no se ralea, solo dejarán pasar el tres por ciento de luminosidad.

Es una especie propia para zonas muy húmedas pues extrae abundante humedad. Florece entre los seis y los siete años y si se siembra por estaca; pierde la totalidad de su follaje a los dos o tres años, durante la época seca. En el Hemisferio sur la caída de las hojas ocurre durante los meses de julio a octubre por efecto de los días cortos y por la sequía. De adulto el árbol puede alcanzar una altura de 18 metros y en ocasiones muchos más. Su madera es blanca y las ramas son generalmente colonizadas por epífitas, como varias especies de las Bromeliáceas. Las podas se aprovechan para utilizar la madera como combustible. Su uso en carpintería es restringido.

Esta especie no debe sembrarse en regiones superiores a los 600 m.s.n.m. Su uso como sombrío se ha restringido últimamente, debido a que es susceptible al Ascomiceto *Calostilbe striispora*, que también ataca al cacao.

Erythrina velutina. Nombre común: Bucare, Bucaré mortal, inmortal, inmortelle. Originario de Brasil, es uno de los árboles más utilizados en Trinidad, Venezuela, Java y algunas regiones de Ceilán. Se desarrolla en terrenos fértiles y húmedos; su crecimiento es rápido: a los dos años ya ha alcanzado entre seis y ocho metros de altura. Su fuste está cubierto por espinas que desaparecen a medida que el árbol crece, pero se mantienen en las ramas. Alcanza hasta 24 metros de altura, posee un abundante sistema foliar y sus hojas son caducas. En el momento de florecer pierde parcialmente las hojas, aunque en Venezuela se reporta que bajo ciertas condiciones de poda no lo hace.

La *E. velutina* es una especie fácilmente multiplicable por estacas o por semillas y se le siembra a un mínimo de 12 x 12 metros en cuadro. El desarrollo del sistema radical no es proporcional con la amplitud de la copa, por lo que fácilmente la tumban los vientos fuertes. Es atacada por hongos como *Calostilbe striispora*, *Armillaria mellea* y *Fomes lignosus*. Incorpora nitrógeno al suelo y proporciona materia orgánica. Su madera es dura y se utiliza en algunos lugares para carpintería o como combustible, aprovechando las podas.

Erythrina poeppigiana. Nombre común: Cachimbo, Bucare anauco (Venezuela); Ama-sisa (Perú); Madre del cacao, Palo de boyo (Puerto Rico); Peñón (Cuba); Poró gigante (Costa Rica). Esta especie es quizás la más usada de las *Erythrina*s para sombrío de cacao. Produce approxi-

madamente 1 120 kg/ha de hojas, que contienen un cuatro por ciento de nitrógeno, esto es, que incorporan una cantidad similar a 224 kilos de sulfato de amonio por hectárea, por año. Es fácilmente reproducible por estaca o por semilla; se le siembra generalmente a una distancia de 12 x 12 metros en cuadro, condición bajo la cual permite al cacao un 30 por ciento de luminosidad.

El fuste de *E. praecipua* está cubierto por espinas lo que dificulta las podas. La madera es blanda por lo que casi no tiene ningún uso en carpintería y tampoco como combustible. No resiste fuertes ventarrones y sus ramas son quebradizas. Arroja la totalidad de las hojas durante la sequía, época en la cual el cacao necesita más del sombrío. Es atacada por pasadores del tallo y es muy susceptible a *Calostilbe striispora*.

Otras Erythrina spp. A continuación se mencionan otras Erythrinas que también se utilizan como sombrío: *E. indica*, sin espinas en el fuste, pero de lento desarrollo y sujeta al ataque de plagas; *E. lithosperma*, originaria de la India, sin espinas y de rápido desarrollo, pero de baja actividad bacteriana simbiótica en sus raíces; *E. umbrosa*, de mucho uso especialmente en Asia; por último, *E. edulis*, cuyo ramaje quizás no es muy perfecto, pero sus frutos contienen semillas suculentas, aprovechables para la alimentación humana o animal. Cuando se utiliza como sombrío para café y sus frutos como alimento para cerdos, produce tanto, en términos económicos, como el mismo cafetal.

Género *Inga*

Inga edulis. Nombre común: guaba mecate (Costa Rica); guamo santafereño (Colombia). Es un árbol originario del Amazonas en Sur América. Sus frutos son comestibles y se presentan aterciopelados, estriados, ferruginosos, con una longitud que varía mucho —los hay hasta de 80 cm. Las raíces no afectan el área radical del cacao. Sus hojas solo ocupan la parte terminal de las ramas. La copa se abre a 10 ó 12 metros del suelo, en forma de quitasol tenue que cubre 10 metros de diámetro.

El árbol es fácil de manejar (se extiende bastante con la poda) siempre que no se le deje crecer a mucha altura. Da buena sombra desde los tres años. Sus hojas caen durante todo el año aportando abundante materia orgánica al suelo. Se reproduce por semillas en almácigos y se siembra a distancias de 9 a 10 metros en cuadro. La madera se utiliza como combustible.

Inga laurina. Nombre común: guamo o guama (Venezuela, Puerto Rico, Colombia); bois doux (Guadalupe). Este árbol es originario de América del Sur y en Centroamérica se ha propagado bastante debido a sus excelentes cualidades como sombrío. Mide entre 6 y 8 metros de altura

Frutales

A continuación se relacionan con sus principales ventajas y desventajas los frutales asociados con mayor frecuencia al cacao:

Anacardium occidentale (marañón, caju). Se asocia con el cacao con buenos resultados aparentes. Produce frutos aceitosos de diferentes usos.

Anonáceas (guanábana, chirimoya, anona). Produce frutos succulentos pero su porte es muy escaso, lo mismo que la sombra que proporciona.

Artocarpus communis (árbol del pan). Se utiliza en Asia como parte de la alimentación; sus hojas y frutos son muy pesados y difícilmente descomponibles; es hospederero de insectos.

Bertholletia spp. (castaña de Pará). Su sombra es muy densa por lo que debe ser continuamente raleado. Produce semillas de fácil comercialización.

Carica papaya (papaya). Se le utiliza como fruta fresca; también en la preparación de enlatados y en la extracción de papaína. Es más recomendado como sombrío transitorio que permanente.

Cítricos (naranjas, limones, etc.). Asociación muy común en el Sur de Costa Rica. Se les utiliza más como sombrío de café. Son portadores de insectos.

Eugenia jambos (pomarroza, manzana rosa). Tiene limitaciones porque su copa es muy densa y baja.

Jatropha curcas (piñón de Indias). Tiene un tamaño reducido y está desprovisto de hojas por largos períodos. Su savia es venenosa.

Lucuma mamosa (zapote mamey). Es aparentemente bueno como sombra.

Mangifera indica (mango). Su sombra es muy densa, aunque existen especies con la copa más raleada. Su asociación con cacao es común en Asia.

Mammosum alocarpum (zapote). Su asociación con cacao es muy común en México, aparentemente con buenos resultados.

Melia azederach (paraíso). Se asocia mejor con café.

Musa spp. (plátano, banano, etc.). Es excelente como sombrío temporal. En zonas bien húmedas donde su crecimiento es alto, se utiliza como sombrío permanente.

Frutales

A continuación se relacionan con sus principales ventajas y desventajas los frutales asociados con mayor frecuencia al cacao:

Anacardium occidentale (marañón, caju). Se asocia con el cacao con buenos resultados aparentes. Produce frutos aceitosos de diferentes usos.

Anonáceas (guanábana, chirimoya, anona). Produce frutos suculentos pero su porte es muy escaso, lo mismo que la sombra que proporciona.

Artocarpus communis (árbol del pan). Se utiliza en Asia como parte de la alimentación; sus hojas y frutos son muy pesados y difícilmente descomponibles; es hospedero de insectos.

Bertholletia spp. (castaña de Pará). Su sombra es muy densa por lo que debe ser continuamente raleado. Produce semillas de fácil comercialización.

Carica papaya (papaya). Se le utiliza como fruta fresca; también en la preparación de enlatados y en la extracción de papaína. Es más recomendado como sombrío transitorio que permanente.

Cítricos (naranjas, limones, etc.). Asociación muy común en el Sur de Costa Rica. Se les utiliza más como sombrío de café. Son portadores de insectos.

Eugenia jambos (pomarroza, manzana rosa). Tiene limitaciones porque su copa es muy densa y baja.

Jatropha curcas (piñón de Indias). Tiene un tamaño reducido y está desprovisto de hojas por largos períodos. Su savia es venenosa.

Lucuma mamosa (zapote mamey). Es aparentemente bueno como sombra.

Mangifera indica (mango). Su sombra es muy densa, aunque existen especies con la copa más raleada. Su asociación con cacao es común en Asia.

Mammosum alocarpum (zapote). Su asociación con cacao es muy común en México, aparentemente con buenos resultados.

Melia azederach (paraíso). Se asocia mejor con café.

Musa spp. (plátano, banano, etc.). Es excelente como sombrío temporal. En zonas bien húmedas donde su crecimiento es alto, se utiliza como sombrío permanente.

Myristica fragrans (nuez moscada). Es de crecimiento lento y produce una sombra densa. Se da en tierras bajas, en zonas muy húmedas.

Persea americana (aguacate, palta). Es común su asociación con cacao, da una sombra densa y es portadora de insectos.

Pouteria zapota (zapote). En Costa Rica es común su asociación con cacao.

Pourouma cecropaeifolia (uvilla). Arbol amazónico de uso potencial como sombrío que produce frutas de buen sabor, aprovechadas por los nativos. Son árboles típicos de las zonas húmedas y bajas.

Spondias dulcis (citherea, yuplón, yeuplón, ambarella, jocote judío). En Centroamérica es común su asociación con cacao.

Terminalia catappa (almendrón). Mantiene cierta desnudez por largos períodos, aunque da origen a un buen mulch.

Otras especies

Hevea brasiliensis. Nombre común: caucho (Venezuela, Colombia, Ecuador, Centroamérica), jebe (Perú), siringueira (Brasil), hule (Centroamérica), rubber (EUA). La asociación de caucho y cacao fue duramente criticada en un principio, pues se afirmaba que el caucho no aportaba nitrógeno al suelo y por lo tanto lo desgastaba. Podría ser inconveniente como sombrío ya que pierde sus hojas por los ataques de *Macrophomina* sp., sin embargo, a raíz de la concepción de los cultivos multiestratificados y el desarrollo de especies resistentes a la enfermedad del forraje *Hevea passiflora*, esta asociación ha vuelto a cobrar importancia. El árbol también es atacado por *Calostilbe striispora* que igualmente ataca al cacao. Se desconocen aún los resultados económicos de esta asociación pues en gran parte su establecimiento se halla en estado experimental.

En la Amazonía Brasileña se establecen plantaciones de esta asociación. Se siembra el caucho en líneas dobles de 6 x 3 metros. Entre el par de hileras se planta el cacao en densidades de dos, tres y cuatro líneas con espaciamentos de 2.5x3, 3x3, y 3.5x3 metros. Como cobertura del suelo se siembra Pueraria.

Peltophorum ferrugineum. Es una Caesalpinacea que se recomienda como sombrío para cacao, aunque su desarrollo no es muy rápido. La especie se adapta a todo tipo de suelo y no es atacada por plagas ni enfermedades de importancia. Su multiplicación se hace por semilla. Florece a los nueve años, edad en que puede alcanzar una altura de 10 metros y un D.A.P. de 30 centímetros. Es caducifolia, aunque no pierde la totalidad de sus hojas durante la época de sequía. En estado adulto alcanza hasta 20 metros de altura y 90 centímetros de diámetro; sopor-

ta bien las podas y sus ramas forman una especie de pirámide invertida. Su madera rojiza se emplea en carpintería. Este árbol se utiliza en Java y posiblemente en Ceilán. En Costa Rica ha sido introducido como árbol ornamental.

Pithecolobium saman (*Samanea saman*). Nombre común: samán (Colombia, Ecuador, Venezuela); algarrobo, guanja (Jamaica); árbol de lluvia, cenízaro (Costa Rica). Esta especie es de desarrollo relativamente rápido. A los cinco años de edad tiene unos seis metros de altura y su tronco 25 centímetros de diámetro; al cumplir los 12 años su altura alcanza los 20 ó 30 metros. Sus hojas que se cierran durante la noche sirven como alimento para el ganado vacuno. No es un árbol que proporcione abundante materia orgánica al suelo, sin embargo una vez al año, al momento de florecer, bota todo su follaje. Florece por primera vez a los cinco años.

Es una especie muy adaptable a zonas secas y áridas, aunque presenta varios inconvenientes como dificultad para la poda y la condición de formar raíces superficiales que salen del suelo, estorbando las labores de cultivo; además, cuando joven, es susceptible al "Die-back" y en su estado adulto es atacado por hormigas. Rinde madera buena, durable, de color oscuro, suave y liviana en los árboles jóvenes y dura y difícil de trabajar en los árboles viejos. Es muy utilizada en carpintería.

Palmáceas

A continuación se presenta una lista de las palmáceas que tienen utilización actual o potencial como sombrío para el cacao. Se exceptúa el coco que se explicó anteriormente:

Especie	Nombre común	Comienzo de producción	Altura	Usos
<i>Guilielma gasipaes</i>	Chontaduro Pejibaye Popunha	6-8 años	10-20	Alimentación (industrial)
<i>Euterpe oleracea</i>	Acai	3-4 años	10-15	Alimentación (industrial)
<i>Orbignya martiana</i>	Táparos Babasú	10 años	20-25	Alimentación (industrial)
<i>Mauritia flexuosa</i>	Burití Moriche	?	20-25	Alimentación

(Continúa ...)

(Continuación ...)

Especie	Nombre común	Comienzo de producción	Altura	Usos
<i>Astrocaryum</i> spp.	Tucúm Chambira	?	10	Alimentación (industrial)
<i>Elaeis guineensis</i>	Palma africana	?	10-15	Industria (alimentación)
<i>Jessenia</i> spp.	Seje	3-5 años	8-20	Industria (alimentación)

ESPECIES PERENNES INCOMPATIBLES

Las especies que se nombran a continuación no se recomiendan como sombra para el cacao por no resistir la sequía:

<i>Celtis mildbraedii</i>	<i>Pentacethra macrophylla</i>
<i>Drypets gossweileri</i>	<i>Piptadenia africana</i>
<i>Lannea welwitschii</i>	<i>Plagiostyles africana</i>
<i>Macrodessmis</i> sp.	<i>Stombosia grandiflora</i>
<i>Macrolobium caeruleum</i>	

De igual forma, no se recomiendan las siguientes especies por ser hospederas de plagas y enfermedades:

<i>Annonidium manii</i>	(<i>Salhbergella</i>)
<i>Bosqueai Angolensis</i>	(<i>Corticium</i>)
<i>Cola acuminata</i>	(<i>Salhbergella</i>)
<i>Cola brunelii</i>	(<i>Salhbergella</i>)
<i>Ceiba petandra</i>	(<i>Salhbergella</i>)

Tampoco se recomiendan las Familias Sterculiáceas y Bombacáceas por ser portadoras del virus causante de la hinchazón de los retoños.

Finalmente, las siguientes especies perennes requieren grandes cantidades de nutrimentos del suelo, por lo que tampoco se recomienda como sombrío.

<i>Albizia calaensis</i>	<i>Myrianthus arboreus</i>
<i>Milletina versicolor</i>	<i>Pseudospondias microcarpa.</i>

LITERATURA CONSULTADA

- AGUILERA, V., H. Arboles maderables como sombra del café y cacao; trabajo presentado en el curso de sistemas agrosilvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 14 p.
- ALVIM, P. de T. El problema del sombreado del cacao desde el punto de vista fisiológico. *Agronomía (Perú)* 25(92):34-42. 1958.
- . As necesidades de agua do cacauero. *Cacao Atualidades (Brasil)* 2(3):29-38. 1965.
- . O problema do sombreado do cacauero. *Cacao Atualidades (Brasil)* 3(2):2-5. 1966.
- . y KOZLOWSKI, T. T. *Ecophysiology of tropical crops*. New York, Academic Press, 1977. pp. 279-314.
- ANDRADE, N. de. Cultura de café a sombra. Sao Paulo, Brasil, Instituto de Café do Estado de Sao Paulo, 1968. 26 p.
- BAKER, R. E. D. Immortal disease. *Tropical agriculture (Trinidad)* 18(5):96-101. 1941.
- BONDAR, G. A. A cultura de cacao na Bahia. Sao Paulo, Brasil, Revista dos Tribunales, 1938. pp. 138-142.
- BRAUDEAU, J. Le cacaoyer. Paris, Maisonneuve, 1969. pp. 168-173.
- BROUHN, S. Le cacaoyer et son ombrage. *Bulletin Agricole du Congel Belge* 37(4):822-828. 1946.
- BURLF, L. Le cacaoyer. Paris, Maisonneuve, 1961. p. 156.
- CABLEY, L. S. Sombrado para cacahuales jóvenes. *Hacienda (Estados Unidos)* 38(7):296. 1943.
- CABRERA, L. Efecto de la sombra en el cultivo del cacao. *Boletín Informativo del Cacao (Costa Rica)* 1(15):3. 1949.
- CHATT, E. M. *Cocoa*. New York, Interscience, 1953. pp. 32-35.
- CIFIERRI, R. y CIFIERRI, F. Reconocimiento de la explotación cacaotera de los valles del sector central (Estado Aragua). Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría, 1949. pp. 53-61.
- COMISSAO EXECUTIVA DO PLANO DE LAVOURA CACAUEIRA. CENTRO DE PESQUISAS DO CACAU. Informe anual 1965. Itabuna, Brasil, 1966. pp. 23-27.
- . Informe técnico 1966. Itabuna, Brasil, 1967. pp. 29-30.
- . Informe técnico 1967. Itabuna, Brasil, 1968. pp. 26-27.
- . Informe técnico 1968-1969. Itabuna, Brasil, 1970. pp. 56-57.

- COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CAJA DE CREDITO AGRA-
RIO. Normas para el cultivo del cacao en Colombia 1:108. 1952.
- COOK, O. F. Shade in coffee culture. U. S. Department of Agriculture. Bulletin
No. 25. 1901. 79 p.
- COUTINHO, A. A. A importancia do sombreamento na cultura do cacauero. Tra-
bajo presentado en el curso internacional de cacao, Itabuna, 1970. p. 7.
- CULTURA DO CACAU. Instituto de pesquisa agropecuaria do norte. 1973. p. 9.
Circular No. 18.
- CUNNINGHAM, R. K. A review of the use shade and fertilizer in the culture of
cocoa. West African Cocoa Research Institute. Technical Bulletin No. 6. 1959.
15 p.
- DERMANY, G., AHMAD, M.S.B. y HAMID, N.B.B. Coconut intercropping systems
in peninsular Malaysia. *Oleagineux* 34(1):7-13. 1979.
- DUBOIS, J. Plantas de interés confirmado o potencial para sistemas integrados
agrícolas o agroforestales para los trópicos húmedos americanos. Belém, Brasil,
IICA Trópicos, 1978. 13 p.
- EVANS, H. y MURRAY, D. B. A shade and fertilizer experiment on young cacao.
In ICTA, Report on cocoa research. Trinidad, 1951. 10 p.
- GUTIERREZ, C. H. Instructivo para el cultivo del cacao en Colombia. Manizales,
Colombia, 1974. p. 15.
- GUTIERREZ ZAMORA, G. y SOTO, B. Arboles usados como sombra en café y
cacao. *Revista cafetera (Guatemala)*:27-32. 1976.
- HARDY, F. La sombra del cacao en relación con la intercepción de lluvia. Turrialba
(Costa Rica) 12(2):80-86. 1962.
- HART, J. H. Cacao, a manual on the cultivation and curing of cacao. London,
Duckworth, 1911. pp. 50-51.
- HOLDRIGE, L.R. Arboles de sombra para el cacao. *In* IICA. Manual de curso de
cacao. Turrialba, Costa Rica, 1954. pp. 113-117.
- HOLLAND, T. H. The green manuring of tea, coffee and cacao. *Tropical Agricul-
turalist* 77(2):71-87. 1931.
- . The green manuring of tea, coffee and cacao. *Tropical Agriculturist*
77(3):139-186. 1931.
- INSTITUTO DE CACAO DA BAHIA. Relatório 1938. Bahía, Brasil, Livraria duas
Américas, 1938. pp. 46-47.
- JIMENEZ VASQUEZ, G. Asociación de especies frutales con cacao; trabajo presen-
tado durante el curso de sistemas agrosilvopastoriles. Turrialba, Costa Rica,
CATIE, 1980. 16 p.
- KNAPP, A. W. Cocoa and chocolate. London, Chapman and Hall, 1920. p. 36.

- LAMB, A. F. A. y NTIMA, O. O. *Terminalia ivorensis*. Commonwealth Forestry Institute. Fast growing timber trees of the lowland tropics No. 5. 1971. 72 p.
- LES ABRIS dans les plantation de cacaoiers et caféiers de la Guadalupe. *Le Agronomie Coloniale* 6(44):49-51. 1921.
- LLANO GOMEZ, E. Cultivo del cacao. Bogotá, Ministerio de Agricultura, 1947. pp. 91-99.
- LOPEZ LOZANO, C. *et al.* El sombrío para el cafeto. *Revista cafetera de Colombia* 4(38-39):1411-1424. 1932.
- MAGALHAES, W.S., ALVIM, P. de T. y PEREIRA, C.P. Competicao de sombra provisória em cacauero. *In* Comissao Executive do Plano de Lavoura Cacauera. Centro de pesquisas do Cacao, Informe anual 1965. Itabuna, Brasil, 1965. pp. 28-30.
- MAGNE OJEDA, J. Comportamiento de *Terminalia ivorensis* en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupí y frijol, utilizando pseudoestaca y plantón en el trasplante. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 90 p.
- MANDARINO, E. P. y SANTOS, U. Cultivo do cacauero para a Bahía e Espírito Santo. Itabuna, Brasil, Comissao Executive do Plano de Lavoura Cacauera. 1978. pp. 7-8.
- MARQUES DE ALMEIDA, C. R. O efeito das plantas de sombra nas culturas tropicais. *Anais do Instituto Superior de Agronomia (Portugal)* 16:91-99. 1948-1949.
- MIRANDA, S. Sombreamiento dos cacauais. Bahía, Brasil, Livraria duas Américas, 1938. 62 p.
- MORENO, P., L. J. Luz y sombra para el cacao. *El Cacaotero Colombiano* No. 5:10-15. 1978.
- — — — —, *et al.* Beneficial effects of crops combination of coconut and cacao. *The Indian Journal of Agricultural Sciences* 45(4):165-171. 1975.
- NAIR, P.K.R. Intensive multiple cropping with coconuts in India: principles, programmes and prospects. Berlin, Parey, 1979. pp. 92-109.
- . Underexploited tropical plantas with promising economic value. Washington, D.C., 1975. 184 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Leucaena* promising forage and tree crop for the tropics. Washington, D.C., 1977. 115 p.
- . Tropical legumes: resources for the future. Washington, D.C., 1979. 331 p.
- NELLIAT, E. V., BAVAPPA, K. V. y NAIR, P. K. R. Multistoreyed cropping: a new dimension in multiple cropping for coconuts plantations. *World Crops* 26(6):262-266. 1974.
- NEW TREE for shade of cacao. *Agriculture in the Americas* 5(6):117. 1945.

- NOSTI-NAVA, J. Cacao, café y té. Barcelona, Salvat, 1953. pp. 136-166.
- PANDALAI, K.M. y MENON, K.P.V. The coconut palm, a monograph. Bombay, India Press, 1958. 384 p.
- PEREZ ARBELAEZ, E. Manual del cacaoero venezolano. Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría, 1937. pp. 175-179.
- REYES, E.H., PEREZ ZAMORA, A. y REYES, C.L. de. Efecto de dos especies de *Erythrina* - glauca y poeppigiana - sobre la producción de 10 híbridos biclonales de cacao. *In* Ministerio de Agricultura y Cría, VIII jornadas agronómicas, Cagua (Venezuela). 1972. n.i.
- RODRIGUEZ BARRERA, J. El cacao. Barcelona, Artes gráficas, 1934. pp. 23-41.
- SMITH, G. W. Some physical aspects of the cacao shade experiments. Report on Cacao Research (Trinidad):38-44. 1953.
- SOMBRIÓ PARA cafetales. Federación nacional de cafeteros de Colombia. Boletín de extensión No. 11. 1945. 8 p.
- SOUTH INDIA. Shade trees for Arabica coffee. Coffee Research Station. Coffee Board Research Department. Leaf let No. 8. 1958. 8 p.
- THOROLD, C. A. Observations on a trial of trees as shade for cacao. Tropical Agriculture (Trinidad) 22(11):203-206. 1945.
- URQUHART, D. H. Cacao. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1963. pp. 72-73, 110-120.
- VAN HALL, C. J. J. Cacao. London, MacMillan, 1932. pp. 134-142.
- WRIGHT, J. Shade and cocoa. Jamaica. Department of Agriculture. Extension Circular No. 28. 1949. 8 p.

Parte II

Bibliografía anotada

Gustavo Enríquez
Alfonso Martínez

ABACA OR Manila hemp. Coffee and Cacao Journal 2(10): 196. 1959.

Breve nota sobre el uso del abacá como sombra temporal para café y cacao en Filipinas. El abacá es un cultivo lucrativo debido a su escasez, ocasionada por el mosquito.

ADAMS, S. N. y McKELVIE, A. D. Environmental requirement of cocoa in the Gold Coast. In Cocoa, chocolate and confectionary alliance, Ltd. Report of the cocoa conference 1955. London, 1955. pp. 22-27.

Los autores analizan las condiciones naturales del origen del cacao y lo comparan con las condiciones actuales del cultivo; hacen énfasis en factores como la lluvia, la temperatura, la humedad, los vientos y los suelos, y la condición nutritiva del cultivo con el recirculamiento de los nutrimentos del suelo. Finalmente hacen un análisis amplio del efecto de la sombra sobre el cacao, tratando de dar una explicación científica a su uso. Se analiza también el por qué de las pérdidas de cacao, cuando se desconoce el ambiente adecuado para cultivarlo.

AGUILERA U., H. Árboles maderables como sombra de café y cacao; trabajo presentado en el curso de sistemas agrosilvopastoriles. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1978. 14 p

Este trabajo, basado en la revisión de 19 referencias bibliográficas, se refiere a la influencia de la sombra sobre la fisiología del café y el cacao, las ventajas y desventajas que para estas especies significa la utilización de los árboles de sombra, así como los requisitos mínimos que deben cumplir los árboles maderables para ser considerados como útiles para sombrío. El documento, además, analiza 15 especies maderables, de las cuales se destacan algunas de buen comportamiento en Centroamérica como *Cordia alliodora*, *Cedrella mexicana*, *Phitecolobium saman* y *Terminalia superba*.

———, *As necessidades de agua do cacaueiro. Cacao atualidades (Brasil) 2(3): 29-38. 1965.*

El trabajo compara las diferencias de la temperatura foliar entre hojas colocadas a plena exposición y a la sombra, y presenta las consecuencias fisiológicas en cada

caso. Como dato de interés, el trabajo menciona que la transpiración media anual del cacao, en un día con 11 horas de iluminación, es de 10 mg/dm² de área foliar por minuto. Una planta adulta de cacao con 4.000 hojas y una superficie foliar de 60 m², perderá 40 litros de agua por día o 14.000 litros por año. En una hectárea sembrada con 800 árboles, esa transpiración será equivalente a 1.200 mm de lluvia por año.

ALLEN, E. F. *Investigation into the cultivation of cacao in Malaya. Malayan Agricultural Journal* 36: 147-163, 1953.

El documento describe investigaciones para el establecimiento de cacao en Malasia y presenta cuatro métodos de establecimiento del cultivo. Donde el cacao se siembra en tierra vieja, la sombra cultivada es considerada esencial. El trabajo discute y compara diferentes tipos de plantas de sombra; describe métodos de establecimiento de cacao en selva virgen, y también el uso de selva raleada para sombra, actualmente el método preferido; menciona la introducción en Malasia de material de siembra proveniente de los principales países productores de cacao del mundo. En Africa Oriental, donde solamente puede usarse cacao Amelonado en plantaciones comerciales, se han establecido semilleros de esta variedad en diez estados.

ALVIM, P. de T. *El problema del sombreamiento del cacao desde el punto de vista fisiológico. Conferencia Interamericana de Cacao, Palmira, Colombia.* 7: 294-303, 1958.

El autor discute de modo general y en forma resumida, los principales efectos de la luz sobre la fisiología de las plantas de cacao; tomando como base algunos de sus estudios en el IICA, analiza las reacciones fisiológicas del cacao a distintas intensidades de luz; concluye que, desde el punto de vista fisiológico, el cacao aparentemente no presenta características de una planta física de "sombra".

Los beneficios de la sombra parecen ser de carácter puramente agronómico. Al intensificar las prácticas agronómicas, se obtiene mayor rendimiento al sol que a la sombra. Es necesario sin embargo, estudiar el costo de producción bajo sol y bajo sombra, al decidir sobre el sistema más recomendable para determinada región. Se considera que la sombra no es un asunto de interés fisiológico o agronómico solamente, sino también económico.

———. *Las necesidades de agua del cacao. Revista Turrialba, Turrialba, Costa Rica.* 10(1):6-16, 1960.

El estudio mostró cómo aparentemente, debido a una intensidad de transpiración más alta, la necesidad de humedad no fue mayor en los árboles al sol (mayor diferencia entre la transpiración y la absorción del agua), a pesar de que en este caso la humedad del suelo es aparentemente mayor. Esto parecería indicar que, bajo las condiciones en que se hicieron estas observaciones, el balance interno de agua del cacao estaba favorablemente afectado por la presencia de árboles de sombra. En otras palabras, la reducción de la humedad del suelo estaba bien compensada por la reducida demanda de humedad de la planta bajo sombra. Es posible sin embargo, que bajo diferentes condiciones de clima, sol, distancia de siembra, distribución de las raíces de los árboles de sombra, etc., el balance de agua del cacao pueda ser adversamente afectado por la presencia de árboles de sombra, como algunos autores parecen creerlo.

Un régimen de lluvias "Ideal" no significa, necesariamente, una uniforme distribución de las lluvias durante el año, sino más bien una distribución de acuerdo con los cambios en las condiciones climáticas que afectan la demanda de humedad del suelo por parte de la planta.

La humedad relativa no tiene ningún efecto en la reducción de la transpiración. En el sombreado esta se debe más bien a la reducción de la temperatura en el ambiente, lo que disminuye la diferencia de presión de vapor entre la hoja y la atmósfera.

———. *O problema do sombreado do cacauceiro. Cacao atualidades (Brasil) 3(2): 2-5, 1966.*

El trabajo analiza la acción fisiológica de la luz, distinguiendo sus efectos térmicos (transpiración o pérdida de agua, crecimiento y actividad metabólica) y luminosos (fotosíntesis, apertura de estomas y crecimiento en expansión). Menciona, además, las ventajas y desventajas que proporciona el sombreado sobre el cacao y el concepto de planta "umbrófila" o amiga de la sombra, aplicado al cacao.

———. *El problema del sombreado del cacao desde el punto de vista fisiológico. Agronomía (Perú) 25(92): 34-42, 1958.*

El cacao colocado a plena exposición produce más que el colocado a la sombra. En experimentos hechos en Costa Rica y Ghana se registran producciones superiores al 200 por ciento. Pero la nutrición resulta una práctica imprescindible cuando se cultiva al sol.

Ensayos en Bahía (Brasil) mostraron que raleamiento de la sombra y abonamiento aumentaron la producción en 50 a 100 por ciento; pero si estas prácticas se hacen separadamente, no tienen influencia significativa sobre la producción. En un levantamiento hecho en Bahía, se llegó a la conclusión que el número ideal de árboles de sombra por hectárea debía ser de 25 a 35, dependiendo de las condiciones climáticas de la zona.

———. y KOZLOWSKI, T.T. *Cacao. In Ecophysiology of tropical crops New York. Academic press, 1977. pp. 279-314.*

La sombra en el cacao no solo reduce la radiación solar sino el movimiento de aire alrededor de las plantas jóvenes, previniéndolas contra la pérdida de humedad. Las plantas colocadas al sol necesitan una mayor fertilización, excepto cuando el suelo tiene buenas cualidades de fertilidad natural. Se debe buscar un equilibrio entre sombra y fertilización; además el autor aconseja reducir el número de árboles de sombra a un máximo de 25 ó 30 por hectárea.

En Ghana se aumentó la producción en un 200 por ciento, al quitar la sombra de una plantación de cacao y fertilizar; pero después de 10 años las plantas comenzaron a mostrar signos de deterioro debido a la pérdida de las bases cambiables del suelo y al desgaste de sus reservas. También se encontró una alta incidencia de plagas y plantas parásitas.

AMIN HIDAJAT y BODHOYO SOEKOTJO. *Beberapa tjtatan mengenai perkembangan Bedji, guna perkembangan budidaja kelapa. Some notes on Bedji Estate, concerning the development of coconut cultivation. Menara Perkebunan 38(5-6): 1-6, 1969.*

Basados en el trabajo realizado en la Hacienda Bedji, una plantación comercial de coco en Java (Indonesia) que suministra semilla a pequeños productores, los autores hacen recomendaciones sobre material de siembra, prácticas de cultivo, asociación del cultivo con el cacao, resiembra, etc. Texto en idioma indonesio.

ANDRADE, N. de. *Cultura de café a la sombra. Sao Paulo, Brasil, Instituto de café do Estado de Sao Paulo, 1968, 26 p.*

El Eucalipto ha demostrado ser buen árbol de sombrío por tener raíces profundas y por ser poco exigente en cuanto a la composición química del suelo. Estas cualidades se han demostrado en ensayos con plantaciones de café en el "Horto florestal de Río Claro". Se considera que también se podría ensayar como sombra para cacao.

ASHPANT, H. *Overcoming the world cocoa shortage. Prospects of a Malayan Indian Rubber Journal 127(11):428-431. 1954.*

Los primeros informes sobre el cultivo de cacao en Malasia parecen favorables. El Prof. Cheesman informó que el establecimiento de una industria cacaotera en Malasia sólo podría tener éxito con la ayuda del personal científico de las grandes empresas dueñas de plantaciones de hule. La experiencia no descarta las siembras mixtas de cacao y hule, bajo la condición de que se use un espaciamiento mayor.

BAKER, R. E. D. *Immortal disease. Tropical agriculture (Trinidad) 18(5):96-101. 1941.*

Por primera vez se informa el ataque del hongo *Calostilbe striispora* a las especies *Erythrina micropteryx* y *E. glauca*, usadas como sombrío para cacao. Este hongo también parasita el cacao y el caucho. La sintomología es igual para todas estas especies.

BLENCOWE, J. W. y TEMPLETON, J. K. *Establishing cocoa under rubber. In Blencowe, J. W., eds. Crop diversification in Malaysia. 1970. pp. 286-296.*

Aunque la siembra intercalada de caucho y cacao a las distancias usadas corrientemente no ha tenido éxito, el cacao se puede establecer en plantaciones de caucho sembradas en hileras o arraladas y que estén llegando al final de su vida útil. De otro modo, el cacao se podría sembrar primero y después de algún tiempo se podría introducir un número limitado de árboles de caucho. El artículo presenta una descripción detallada de un campo experimental de cuatro hectáreas en el occidente de Malasia, donde plántulas del híbrido Alto Amazonas fueron sembrados a 3 x 1.8 m entre hileras de viejos árboles de caucho situados a 18 m uno de otro. El desarrollo del cacao durante los primeros 20 meses ha sido bastante vigoroso.

BLOW, R. *Establishment of cocoa jungle and conversion to planted shade. Cocoa Grower's Bulletin 11:10-12. 1968.*

El autor presenta la forma como se estableció una plantación de aproximadamente 75 hectáreas bajo bosque de segundo crecimiento y cómo ésta se transformó en una plantación bien sombreada. Para la sombra definitiva se utilizó *Leucaena glauca*.

BONAPARTE, E. E. *Interspecific competition in a cocoa shade and fertilizer experiment. Trop. Agr. (Trinidad) 44:13-19. 1967.*

El autor encontró que los árboles más cercanos al árbol de sombra dieron un rendimiento menor que los más alejados. El incremento fue casi lineal. Esta respuesta se puede atribuir a la competencia por humedad del suelo, nutrientes y luz. Se comprobó sin embargo que la competencia por los dos primeros carecían de importancia, y que la gradiente de rendimiento encontrada se debía, básicamente, al efecto de la luz. El método puede ser usado para probar los árboles más promisorios.

BONDAR, G. A. A cultura do cacao na Bahia, Sao Paulo, Brasil, Revista Dos Tribunales, 1938, pp. 138-142.

El artículo analiza el tipo de sombrío y los subproductos producidos por algunas especies recomendadas como árboles de sombrío, tales como *Ceiba pentandra*, *Aleutires pentandra*, *A. moluccana*, *A. montana*, *Genipa americana* y algunas que fertilizan el suelo como *Erythrina*, *Gliricidia*, *Cassia javanica* y otras.

BRAUDEAU, J. Le cacaoyer. Paris, Maisonneuve, 1969, pp. 168-173.

El autor describe la forma de utilización de la especie *Musa* sp. como sombrío transitorio para el cacao y como alimento para los braceros en la isla Fernando Poo.

BROUHN, S. Le cacaoyer et son ombrage. Bulletin Agricole du Congo Belge 37(4):822-828, 1946.

Las palmeras presentan dos inconvenientes en la utilización como sombrío: sus raíces son superficiales y la corona es muy densa, lo cual deja pasar muy poca luz. La sombra de *Heveas* presenta los mismos inconvenientes; además estos árboles son atacados por las hormigas. Tanto *Heveas* como las palmeras presentan la ventaja de no ser atacados por enemigos del cacao como *Sahlbergiella singularis*.

BURLE, L. Le cacaoyer. Paris, Maisonneuve, 1961, p. 156.

Para sombrío transitorio de cacao conviene escoger especies conocidas como "cash crops". Se llaman así porque sus productos se venden en el mercado y con ese dinero se pueden pagar los gastos que ocasiona el cultivo del cacao. Como especies de este tipo se recomiendan el maíz, la yuca, la higuera, el plátano y el banano.

BYRNE, P. N. Cacao shade spacing and fertilizing trial in Papua and New Guinea. In IV International Cocoa Research Conference. Trinidad 1972. St. Augustine (Trinidad and Tobago) pp. 275-286, 1972.

La sombra se considera necesaria para el establecimiento del cacaotal por razones prácticas, pero las investigaciones han demostrado que si otros factores se proveen adecuadamente no llega a ser un factor limitante. Cuando el cacao ha cubierto toda el área con un dosel completo, responde muy bien a una reducción paulatina de la sombra. En general, bajo condiciones de poca sombra la fertilización nitrogenada es necesaria y muy ventajosa. La distancia más adecuada para plantar cacao parece ser 3,9 m en triángulo.

CABATO Jr., F. H. Multi-uses of banana in cacao culture. Agricultural and Industrial Life 23(3):6-7, 1961.

Las plantas de banano pueden servir como cultivo intercalado en siembras pequeñas de cacao, para complementar el ingreso y a la vez, asistir ciertos requisitos culturales del cultivo principal: las hojas dan sombra a las plantas de cacao plantadas cada 3 ó 4 m, rodeándolas para uniformizar la temperatura; las hojas obtusifolias sirven como sombrillas sobre los espacios entre las hileras de cacao y banano, minimizando así la evaporación de la humedad del suelo; las plantas de banano protegen a las de cacao de los vientos fuertes, especialmente durante el inicio del desarrollo de la floración; el tronco del banano es una fuente de material de cobertura.

CABLEY, L. S. *Sombrajo para cacahuales jóvenes, Hacienda (Estados Unidos) 38(7): 296, 1943.*

El artículo hace referencia a algunas de las especies maderables más utilizadas como sombrío para el cacao.

CABRERA, L. *Efecto de la sombra en el cultivo del cacao, Boletín informativo del cacao (Costa Rica) 1(15):3, 1949.*

Hace un análisis de las características que deben reunir los árboles con posible uso como sombrío para cacao.

COMISSAO EXECUTIVA DO PLANO DE LAVOURA CACAUEIRA, CENTRO DE PESQUISAS DO CACAO. *Informe anual 1965, Itabuna, Brasil, 1966, pp. 23-27.*

Alvim y Grangier analizan el ritmo de crecimiento del cambium en cacao y *Erythrina glauca*, comparando el crecimiento del tronco y la caída de las hojas de ambas especies con el comportamiento del día: temperatura media, lluvia y fotoperíodo.

———. *Informe técnico, Itabuna, Brasil, 1967, pp. 29-30.*

Alvim y Grangier continúan el análisis comparativo del crecimiento y la nutrición mineral de plántulas de cacao y caucho. Concluyen que el consumo de minerales es mayor en el cacao como consecuencia de su mayor capacidad fotosintética o mayor intensidad de crecimiento relativo. La mayor "capacidad de extracción" de minerales del suelo por parte del caucho es consecuencia de su mayor crecimiento y de la mayor intensidad respiratoria de sus raíces.

———. *Informe técnico 1967, Itabuna, Brasil, 1968, pp. 26-27.*

Estudio realizado por Alvim y Grangier que compara el crecimiento y la nutrición de plántulas de cacao y caucho. Los resultados indican que el cacao crece más rápido que el caucho; la asimilación aparente es menor en el cacao, pero su capacidad fotosintética es superior debido a su mayor superficie foliar.

———. *Informe técnico 1968-1969, Itabuna, Brasil, 1970, pp. 56-57.*

Estudio realizado en la zona cacaotera de Bahía, Brasil, por Pereira y otros. Se encontró que en promedio había unos 113 árboles de sombra por hectárea, lo cual es elevado si se compara con el promedio de las fincas manejadas en forma técnica. Presenta un cuadro con los nombres comunes de las 29 especies encontradas con mayor frecuencia como sombrío.

CHAMORRO, R. *Contribución al problema del sombrío en cacao. Acta Agronómica (Colombia) 2(1): 23-48, 1952.*

El autor describe un estudio de evaporación del árbol de cacao, bajo diferentes intensidades de sombreado. La evaporación sucede entre las 10 a.m. y las 3 p.m. y prácticamente cesa de noche. El número de estomas en la hoja está también relacionado con la sombra. Recomienda el uso de una sombra moderada para la zona del Valle del Cauca, en Colombia.

CHATT, E. M. *Cocoa. New York, Interscience, 1953, pp. 32-35.*

El artículo analiza ciertas condiciones que deben cumplir las especies utilizadas como sombrío transitorio: como ser de crecimiento rápido, proporcionar algún producto útil al cultivador y tener aptitud para conservar y aún mejorar el suelo. Sugiere algunas especies, como maíz, yuca, higuera, guandul, soya y otras.

CIFERRI, R. *La escoba de bruja de algunos árboles de sombrío del cacao (Erythrina y Tabebuia) en Venezuela. Una enfermedad de origen no criptogámico. Revista de la facultad Nacional de Agronomía, Medellín, Colombia 10:143-147, 1949.*

Se informa sobre la extensión de un ataque de "escoba de bruja" en la península de Paria en Venezuela. Este disturbio asoma en árboles de *Erythrina* utilizados como sombra para cacao. Otra especie afectada por el mismo problema es *Tabebuia pentaphylla*. Se presume que el disturbio es causado por un virus. Debido a éste y otros problemas no se considera conveniente el asocio de estas especies con cacao.

CIFERRI, F. y CIFERRI, R. *Reconocimiento de la explotación cacaotera de los valles del sector central (Estado Aragua). Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría, 1949, pp. 53-61.*

Los autores hacen un análisis de los árboles de sombra de mayor difusión en la zona, entre los cuales cabe resaltar *Anacardium rhinocarpus* (mijao), *Erythrina* spp. (bucares), *Artocarpus communis* (topán), *Castilla elastica* (caucho), *Cedrela mexicana* (cedro), *Spondias lutea* (jobo), *Inga* spp. (guamos) y *Pithecolobium saman* (saman o cenízaro).

COLOMBIA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CAJA DE CREDITO AGRARIO. *Normas para el cultivo del cacao en Colombia. 1:108, 1952.*

Recomienda sembrar la sombra del cacao a una distancia mínima entre ocho y nueve metros, y una máxima entre 16 y 20 metros - en algunas especies un poco más - en forma de tres bolillos (triángulo) o en cuadro.

COOK, O. F. *Shade in coffee culture. U.S. Department of Agriculture, Bulletin No. 25, 1901, 79 p.*

El documento hace referencia a 406 especies utilizadas como sombrío para café y cacao. Incluye los nombres comunes en las zonas donde son utilizadas y su finalidad: árboles maderables, frutales, enriquecedores del suelo, etc.

En la introducción el trabajo analiza el cultivo del café en cada una de sus etapas de desarrollo, lo mismo que el beneficio que proporciona la sombra.

COUTINHO, A. A. *A importância do sombreamento na cultura do cacauero. Trabalho apresentado en el curso internacional de cacao, Itabuna, Brasil, 1970.* 7 p.

El autor recomienda las siguientes especies para sombrío transitorio del cacao: *Zea mays*, *Colocasia esculenta*, *Xanthosoma belophyllum*, *Ricinus communis* y *Manihot esculenta*. No recomienda las Musas por ser atacadas por enfermedades y algunos insectos.

CULTURA DO CACAO. Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte. Belém, Brasil, 1973. p. 9. Circular No. 18.

Para los cacaotales sembrados en la Amazonía Brasileña se recomiendan especies como *Erythrina* y *Phalateira* para sombrío permanente.

CUNNINGHAM, R. K. *A review of the use of shade and fertilizers in the culture of cocoa. West African Cocoa Research Institute. Technical Bulletin No. 6. 1959.* 15 p.

El clima requerido para el desarrollo del cacao se halla en los bosques húmedos tropicales con temperaturas entre 70 y 75 °F y lluvias de 45 pulgadas por año. El autor hace un compendio de los ensayos realizados en el mundo sobre sombrío del cacao y de los resultados obtenidos. Entre estos se destaca el que el cacao, durante el primer año, debe tener como mínimo 50 por ciento de sombra; después de esta época una sombra del 75 por ciento retarda su desarrollo.

———. *What shade and fertilizers are needed for good cocoa production? Cocoa Grower's Bulletin No. 1. 1963.* pp. 11-16.

El autor analiza por qué el cacao con sombra produce tan bajo, al mismo tiempo analiza los problemas que se presentan cuando se descubre o elimina la sombra de un solo golpe en el cacaotal. Estudia los costos de producción al reconocer la siembra, considerando todos los factores posteriores y negativos de la práctica. Hace un análisis comparativo con agricultores pequeños y grandes y señala algunas categorías de cada clase; finalmente presenta algunas recomendaciones para los diferentes tipos de agricultor.

———, y BURRIDGE, J. C. *The growth of cacao (Theobroma cacao) with and without shade. Ann. Botany N.S. 24:458-462. 1960.*

Los autores presentan datos sobre el desarrollo de plantas de cacao, comparando varios experimentos en diversas condiciones; además plantean algunas consideraciones sobre la necesidad de la sombra en el cultivo del cacao.

———, y LAMB, J. *A cocoa shade and manurial experiment at the West African Cocoa Research Institute, Ghana. 1. First year. Journal Horticultural Science 34(1):14-22. 1959.*

La escases de información publicada acerca de la respuesta del cacao al tratamiento agronómico, especialmente en las principales áreas productoras de este cultivo, ha inducido a los autores a reportar los resultados del primer año de un experimento de campo en Ghana, que han mostrado respuestas marcadas a la aplicación de una

mezcla de fertilizantes y a la eliminación de la sombra. El documento sin embargo, no sugiere que los datos de solo un año del experimento sean suficientes para llegar a conclusiones finales.

———, SMITH, R.W. y HURD, R.G. *A cocoa shade and manurial experiment at the West African Cocoa Research Institute, Ghana. II-Second and Third years. Journal Horticultural Science. 30(2):116-125. 1961.*

Se presentan y discuten los rendimientos, la distribución de la cosecha y los datos de suelos del segundo y tercer año de un experimento de sombra y abonamiento sobre el comportamiento del cacao; ha sido escrito un artículo sobre el balance de nutrimentos minerales. Se dan efectos de varios tratamientos sobre el tamaño de la vaina y del grano. Si todos los otros factores limitantes del crecimiento se controlan adecuadamente, los rendimientos del cacao son más altos sin sombra. La necesidad de fertilización es mayor sin sombra y el drenaje de nutrientes del suelo solamente llega a ser excesivo cuando los rendimientos se aproximan a 2 000 lb de cacao seco por acre.

CHOK, D. K. K. *Shade: Its cultivation, management and problems at Bal Cocoa State. The Planter (Malasia) 47(539):47-53.*

La mayoría del trabajo sobre sombra mencionado en este artículo ha sido con cacao Amelonado. Hay varias parcelas pequeñas de Alto Amazónico, Amelonado/Híbridos de Amazónicos y Trinitario/Híbridos de Amazónicos; estas parcelas de cacao están sin sombra. En todos los casos las parcelas son de rendimientos más altos que el cacao Amelonado y las indicaciones son que esta situación persistirá por algún tiempo. El experimento se ha continuado para mantener un dosel razonable. El consenso general de opiniones de Bal es que los nuevos híbridos pueden responder favorablemente a la protección con menos sombra que el cacao Amelonado.

DENAMANY, G., AHMAD, M. S. B. y HAMID, N. B. B. *Coconut intercropping systems in peninsular Malaysia. Oleagineux 34(1): 7-13. 1979.*

En 1974 el Departamento de Agricultura de Malasia estimó que el siete por ciento del área cultivada del país estaba sembrada con cocos y que la mayoría de estos cultivos tenían hasta 60 años de edad.

Con el fin de hacer un mejor uso de estos terrenos, lo mismo que de aquellos sembrados con el nuevo híbrido de rápido crecimiento MAWA, se llevó a cabo un ensayo en la estación experimental de Mardi, donde se intercalaron con el coco algunas especies de ciclo corto como maíz, chile, coliflor, tomates y otras, y algunas perennes como cacao, banano, café, piña y clavo.

——— et al. *Cocunut intercropping systems in Peninsular Malaysia. (En inglés y francés). Oleagineux 34(1): 7-15. 1979.*

Las pruebas de intercalación de cultivos en cocotales de Malasia han mostrado que el mayor ingreso se obtiene de la combinación con cacao; siguen en su orden piña, café y banano. Las legumbres como el coliflor, el repollo, el tomate y el ajo chalote produjeron un mayor ingreso bruto, pero también demandaron mayor uso de mano

de obra. El artículo discute las posibilidades de los cultivos intercalados en diversos suelos y bajo distintas condiciones climáticas de Malasia.

DUBOIS, J. Plantas de interés confirmado o potencial para sistemas integrados agrícolas o agroforestales para los trópicos húmedos Americanos. Belém, Brasil, IICA-Trópicos, 1978. 13 p.

El trabajo hace referencia a algunas especies maderables, frutales y palmáceas, originarias del trópico americano, que podrían tener alguna utilidad para las explotaciones agrícolas o forestales con cultivos multiestratificados. Incluye los nombres comunes y un resumen de las palmáceas con su uso actual y potencial. Algunas de las especies mencionadas no tienen mucho uso en la actualidad, pero son utilizadas por los nativos de las regiones de donde son originarias.

ENRIQUEZ, G. A. Condiciones de sombreado del cacao. Revisión de Literatura. IICA. Turrialba, Costa Rica, 1964. 16 p. 31 referencias.

El autor hace una revisión de los diferentes factores influenciados por la sombra, como los térmicos, afectados por la transpiración o pérdida de agua, el crecimiento y la acción metabólica en las plantas de cacao; analiza la acción lumínica directa a través de la influencia sobre la fotosíntesis, como la apertura de los estomas; y enumera las ventajas y desventajas del sombreado.

EVANS, H. y MURRAY, D. B. A shade and fertilizer experiment on young cocoa. In ICTA, Report on Cocoa Research 1945-1951. Trinidad, 1951. 10 p.

Los autores informan sobre un ensayo en plantas de cacao de los clones 'ICS 1', 'ICS 60' e 'ICS 95', sembradas a 2.3 x 2.3 m, a las cuales se les aplicaron las siguientes dosis de fertilizantes: 130 g/planta de sulfato de amonio, 65 g/planta de superfosfato con 18 a 20 por ciento de P_2O_5 , y 65 g/planta de muriato de potasio. Además las plantas recibieron intensidades de luz de 100, 75, 50, 25 y 15 por ciento. Se analizaron los parámetros como diámetro del tronco, área foliar, número de hojas, número de frutos y rendimiento, los mayores rendimientos se obtuvieron con un 50 por ciento de luz, para el clon 'ICS 60'.

FENNAH, R. G. y MURRAY, D. B. The cocoa tree in relation to its environment. Cocoa Conference 1957. Londres pp. 222-227. 1958.

El mejor crecimiento del cacao se espera, solamente, cuando todos los factores de este crecimiento están bien balanceados con respecto a la luz. Este balance requiere una relación adecuada entre la humedad del suelo y los espacios porosos, un adecuado y balanceado suplemento de nutrimentos minerales, y una adecuada temperatura y humedad atmosférica. Si todo esto se cumple, el factor limitante es la cantidad de luz que llega al árbol de cacao.

FREEMAN, G. H. y WESSEL, M. Shade and ground cover trial (with cacao). Annual Report. West African Cocoa Research Institute (Nigeria). 1962-1963. pp. 65-68. 1964.

En una prueba establecida en Nigeria en 1962 se estudió el efecto de cinco tipos de sombra y seis tratamientos del suelo, sobre el crecimiento del cacao. A finales de la temporada 1962/63 no se observaban diferencias notables entre los primeros cinco

tratamientos de suelo: 'mulch' completo, 'mulch' en hileras alternas, aplicación de fertilizante, cubierta plástica y suelo descubierto —el sexto, una "cobertura viva" de *Mucuna* no se estableció satisfactoriamente. Entre los árboles para sombra usados en la prueba, los gandul causaron una mortalidad relativamente alta en el cacao, mientras que los plátanos en combinación con *Mucuna* produjeron un crecimiento relativamente lento. Los mejores resultados se obtuvieron con *Manihot galeiovii* (caucho ceara o manicoba). Las parcelas bajo sombra artificial de frondas de palmera sobre cañas de bambú en combinación con un 'mulch' de pasto mostraron alta mortalidad. La más baja mortalidad y el más rápido crecimiento se observaron en parcelas con el suelo descubierto, donde el cacao recibía sombra de frondas de palmeras en trípede.

GAROT, A. y SUBAD, I. Coconut interplanted with cacao at Balong Estate Java. (En Indonés) Warta Presat Pekebunan Negara 8(1-2): 3-5, 1958.

En la parte norte de Java Central el cacao, ha sido sembrado a menudo en combinación con el árbol de Ceiba. En el Estado Balong se estableció exitosamente un cultivo intercalado de cacao en una plantación de Coco. *Leucaena glauca* ha sido usada como abono con un potencial que parece favorable.

GENERAL review of coconut improvement in West Malaysia. In FAO technical working party on coconut production, protection and processing. Pl.:CNP/68/30, 1969, pp. 1-21.

El documento hace una revisión de la selección de árboles progenitores valiosos, provenientes de fuentes locales e importadas, llevada a cabo desde 1955; señala como en 1963, el gobierno inició un extenso programa relativo a la resiembra y rehabilitación de pequeñas plantaciones de coco, utilizando semillas de palmeras de alto rendimiento, seleccionadas en haciendas bien administradas y de un semillero sembrado con semillas de polinización abierta, obtenidas de cocoteros de alto rendimiento, tanto de origen local como importadas de Ceilán; por último enumera las plagas y enfermedades más corrientes del cultivo. Los datos sobre campos mixtos de cacao y coco señalan la necesidad de suministrar N a ambos cultivos, K a los cocoteros y cal al cacao.

GEORGE, C. K: All about cocoa growing. Indian Arcanut, Spices and Cocoa Journal 1(1):11-15, 1977.

Una revisión, con referencia especial a la India y las ventajas de intercalar cacao en cocotales y jardines de nuez de areca establecidos.

GUTIERREZ, C. H. Instructivo para el cultivo de cacao en Colombia. Manizales, Colombia, 1974, p. 15.

Recomienda usar como sombrío transitorio para los cultivos de cacao en Colombia especies como las conocidas con los nombres comunes de plátano, matarratón, teofrosia, dorancé, guandul, crotalaria y carbonero, entre otras.

GUTIERREZ ZAMORA, G. y SOTO, B. Arboles usados como sombra en café y cacao. Revista cafetalera (Guatemala) 159:27-32, 1976.

El artículo analiza tres familias del orden de las leguminosas: Protáceas, Miosáceas y Cesalpináceas, utilizadas como sombrío para café y cacao en Centroamérica; incluye el análisis de 19 especies --con ventajas y desventajas-- e indica la regularidad de su uso en la región.

HARDY, F. La sombra del cacao en relación con la intercepción de lluvia. Turrialba (Costa Rica) 12(2): 80-86. 1962.

Uno de los efectos de la sombra del cacao es la intercepción de las lluvias. Presumiblemente las lluvias humedecen más las hojas de los árboles altos de sombra, que el follaje de los árboles de cacao que crecen bajo ellos. Las lluvias también reducen la radiación solar bajando la temperatura del aire y aumentando la humedad; además disminuyen el viento lo que reduce la transpiración del cacao y lo protege contra la desecación. Se indica que una transpiración disminuida afecta adversamente la nutrición mineral de las plantas y resulta en bajos rendimientos del cacao.

———. *Manual de cacao. (Edición Española). IICA. Turrialba, Costa Rica. 1961. pp. 89-97.*

El autor hace un amplio estudio sobre las relaciones de la luz en el cacao. Analiza el efecto termal a través del crecimiento, el metabolismo y la transpiración; en forma contrastada, estudia los efectos lumínicos en varios lugares del mundo mediante la fotosíntesis, el movimiento de los estomas, la expansión de las células, la capacidad de sobrevivir de las hojas del cacao y por último su quema. Además hace algunas acotaciones sobre el fotoperíodo y su poca o ninguna influencia sobre algunas de las funciones del cacao y señala algunas investigaciones recientes a este respecto.

HART, J. H. Cacao, a manual on the cultivation and curing of cacao, London, Duckworth, 1911. pp. 50-51.

Recomienda como sombrío transitorio para el cacao especies de rápido crecimiento como la yuca y el plátano.

HAYORD, G. The nutrition and shade requirements of cocoa. Turrialba (Costa Rica) 9(4): 138-148. 1959.

Revisión de literatura sobre experiencias en las Indias Occidentales, Africa y Asia. Incluye aspectos como nutrición, sombra, condiciones del suelo, deficiencia de elementos mayores y menores, y técnicas para determinar las necesidades de nutrientes. Es necesario realizar experimentos en muchas partes del mundo en condiciones variadas, de preferencia bajo condiciones de sombra controlada y experimentos complejos que estudien simultáneamente la interacción de todos los factores.

HIMME, H. VAN y PETT, J. First results of an experiment on artificial shade for cacao trees at Yanganbi. Cacao Conference 1957, London. pp. 227-241. 1958.

El autor señala que los resultados para los tratamientos de 25, 50 y 75 por ciento de luz fueron muy similares en las primeras etapas de la vida de la planta. En el segundo año la respuesta fue similar solamente para los tratamientos de 50 y 75 por ciento, por lo cual el autor concluye que el cacao tiene un rango de adaptabilidad muy amplio bajo diferentes condiciones de luz.

HOLDRIGE, L. R. *Arboles de sombra para el cacao*. In *IICA, Manual del curso de cacao*. Turrialba, Costa Rica, 1954. pp. 113-117.

El autor analiza la utilización de las siguientes especies como sombrío transitorio del cacao: *Musa* (plátano y banano), *Colocasia esculenta* (malanga africana), *Xanthosoma violaceum* (malanga cubana), *Manihot utilissima* (yuca), *Ricinus communis* (higuerilla), *Indigofera* spp. (añil), *Cajanus cajan*, *C. indicus* (guandul), *Tephrosia vogelii* (barbasco africano), *Leucaena glauca*, *Crotalaria anagyroides* (cascabeles), *Cassia alata* (kete-kete) *Cassia occidentalis* (café negro), *Capsicum* spp. (ají). Incluye dentro del análisis sus ventajas y desventajas.

———. *Ecological indications of the need for a new approach to tropical land use*. *Economic Botany* 13(4):271-280. 1959.

El autor sugiere que un cultivo mixto combinado con un sistema de cultivo escalonado, imitando tanto como sea posible la vegetación natural, podrá constituir un sistema de cultivo interesante para los trópicos. El autor propone a manera de ejemplo, para una explotación familiar de 3.5 ha en el bosque húmedo tropical de Costa Rica, una asociación en varias etapas, con *Cordia alliodora* (laurel) y *Bactris gasipaes* como plantas dominantes, después el cacao y por último la cobertura. En la fase de inicio del cultivo, sembrar arroz o maíz, yuca o banano como cultivos para cubrir el suelo y que serán la base de la alimentación familiar. Se procede a iniciar el cultivo de una pequeña parcela cada año (del orden de 1 000 m²) obteniéndose una rotación de 30 años, reservando una superficie destinada a las leguminosas y a los árboles frutales.

———, y POVEDA A., L. J. *Arboles de Costa Rica. Volumen I. Centro Científico Tropical*. San José, Costa Rica, 1975. 546 p.

Los autores presentan una lista de los árboles con hojas compuestas o lobuladas lo mismo que de una buena cantidad de Palmas y otras monocotilidoneas arbóreas de Costa Rica. En la mayoría de los casos se explica la forma de la hoja, se analiza la flor y el fruto, y se describe el habitat y el ámbito donde se les puede encontrar.

HOLLAND, T. H. *The green manuring of tea, coffee and cacao*. *Tropical Agriculturist* 77(2): 71-87. 1931.

El autor hace un análisis detallado de las ventajas que para el té representan algunos árboles de sombrío, y que tendrían también aplicación para el cultivo del cacao, como *Albizia moluccana*, *Gliricidia maculata*, *Grevillea robusta* y *Acacia decurrens*. Estos son utilizados en distintos distritos de la India y Ceilán, sembrados a diferentes distancias.

———. *The green manuring of tea, coffee and cacao*. *Tropical Agriculturist* 77(3):139-186. 1931.

En este trabajo se detallan 33 de las especies más utilizadas como cobertura en plantaciones de té en Ceilán y se indican algunos detalles sobre la reproducción y establecimiento de cada una de ellas. Entre las especies mencionadas se destacan las de los géneros *Alyxia*, *Cajanus*, *Cardamine*, *Cassia*, *Crotalaria*, *Desmodium*, *Indigofera*, *Lupinus*, *Sesbania* y *Tephrosia*. Dentro del análisis se anotan como ventajas el aporte de materia orgánica al suelo.

HOLLAND, T. H. *The green manuring of tea, coffee and cacao. Tropical Agriculturist* 77(5):197-218, 1931.

El autor hace un análisis detallado de los beneficios que proporcionan los árboles de sombrío a los cultivos de café y cacao. Detalla también algunas de las especies más utilizadas, entre las que cabe resaltar los géneros *Albizzia*, *Artocarpus*, *Dalbergia*, *Derris*, *Erythrina*, *Ficus*, *Gliricidia*, *Grevillea*, *Cedrela*, *Inga* y *Pithecolobium*.

HUNTER, J. R. y CAMACHO, E. *Some observations on permanent mixed cropping in the humid tropics. Turrialba (Costa Rica)* 11(1):26-33, 1961.

Después de discutir parte de la literatura existente sobre cultivos mixtos en los trópicos, los autores describen un experimento establecido en 1950 cerca de Turrialba (Costa Rica), en el que Hevea (hule o caucho) sola, se compara con siembras de Hevea + cacao y café. Entre noviembre de 1958 y diciembre de 1959, Hevea cultivada sola, produjo 1 310 kg de hule por hectárea provenientes de 511 árboles (2.56 kg/árbol); el caucho sembrado en combinación con cacao produjo 700 kg/ha, de 358 árboles (1.95 kg/árbol). El cacao de la plantación mixta produjo, en el mismo período, 950 kg/ha de almendras secas, provenientes de 753 árboles (1.26 kg/árbol). Este producto neto de la plantación mixta fue considerablemente superior que el de Hevea sola, superioridad que puede atribuirse al hecho de que la intensidad de luz y la cobertura del suelo en la siembra mixta son bastante similares a las de un bosque climax natural.

INSTITUTO DE CACAO DA BAHIA. *Relatório 1983. Bahia, Brasil, Livraria duas Américas, 1938. pp. 46-47.*

En el trabajo se analizan las características y el comportamiento de algunos árboles de sombrío entre los que sobresalen: *Erythrina velutina*, sembrada a una distancia de 12 x 12 m con excelentes resultados; *Aleurites montana*, *A. trisperma* y *Acacia decurrens* que se encontraban a una altura igual o un poco más arriba que la del cacao y tuvieron un crecimiento lento; en este caso el cacao permaneció a plena exposición hasta que cumplió tres años. La asociación cacao-cola dio mejor resultado, pero al combinar cacao y kapok se presentaron serios inconvenientes debido a que el kapok produce escasa sombra, es hospedero de plagas y su sistema radical es muy superficial. Esta asociación por lo tanto, se debe evitar.

INSTITUTO DE PESQUISA AGROPECUARIO DO NORTE. *Cultura do cacau. Belém, Brasil. IPEAN/ACAR. Circular No. 18, 1973. p. 9.*

Para los cacaotales sembrados en la Amazonía Brasileña, se recomiendan las especies *Erythrina* y *Pithecolobium* como sombrío permanente.

JIMENEZ VAZQUEZ, G. *El sombreado del cacao Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 26 p.*

El trabajo es el resultado de una revisión de bibliografía sobre el uso de la sombra en el cultivo de cacao que abarca los siguientes aspectos: características deseables de una especie para sombra, las conveniencias en el uso de especies típicas de sombra y de especies maderables frutales, etc.; comportamiento del cacao joven y en producción con relación a la utilización de sombra; efecto de la sombra sobre el microcli-

ma, la retención de humedad por el suelo, la actividad microbial en el suelo, las plagas, las malezas, y las enfermedades fungosas; interacción sombra-producción-fertilidad del suelo; sombreado temporal y permanente; el sistema de cultivo estratificado con cacao; manejo de la sombra y algunas consideraciones económicas sobre su uso.

— ——. *Asociación de especies frutales con cacao. Trabajo presentado durante el curso de sistemas agrosilvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1980. 16 p.*

El autor menciona algunas de las especies frutales que con más frecuencia se hallan mezcladas entre los cacaotales del mundo. Entre ellas se encuentran *Inga* spp. (guamos o guavas), *Spondias cytherea* (yuplón), *Mangifera indica* (mango), *Persea americana* (aguacate), *Cocos nucifera* (coco), *Bactris gasipaes* (pejibaye), *Pouteria sapota* (zapote), *Psidium guajaba* (guayaba) y *Musa* spp.

JOSE, B. M. *Intercropping cacao with coconut. Coffee Cacao Journal 11(9-10):120-128. 1968.*

En las Filipinas puede ser prometedor asociar cacao con cocoteros, siempre que las condiciones ambientales sean propicias para su crecimiento y se pueda brindar un manejo correcto. Estos cultivos intercalados proveen un mayor ingreso de dinero efectivo para los productores de coco, ya que las perspectivas de mercado, tanto locales como internacionales, son halagadoras. El autor discute las experiencias de otros países con este tipo de explotación y hace recomendaciones prácticas para el establecimiento y manejo del cacao intercalado en plantaciones con cocoteros jóvenes y viejos.

KNAPP, A. W. *Cocoa and chocolate. London, Chapman and Hall, 1920. p. 36.*

El autor hace mención sobre algunas especies de uso común como sombrío permanente y transitorio del cacao, tales como plátanos y bananos, utilizadas en las islas del Pacífico Sur.

KANNAN, K. y NAMBIAR, K. B. *Preliminary observations on interplanting coconut with cocoa. Coconut Bulletin 4(3):5-8. 1973.*

El artículo presenta los datos sobre los primeros dos años de un ensayo en el cual se sembró cacao a 3,65 m en hileras solas o en hileras dobles, en forma triangular bajo un cocotal irrigado de 50 años de edad, con palmas espaciadas a 9 x 9 m. El crecimiento vegetativo fue vigoroso y la floración y fructificación tempranas ocurrieron en las plantaciones con una hilera y en las de hilera doble. Sombra adicional se sembró durante el primer año.

KANNAN, K. y SUDHAKARA, F. *Further studies on interplanting cocoa in coconut garden. Indian Coconut Journal 8(4):1-3. 1977.*

Hileras simples o dobles de plántulas de cacao fueron sembradas entre cocoteros de 50 años de edad plantados a 9 x 9 m. El promedio de seis años de rendimiento de coco en los tratamientos con cacao en hileras simples, cacao en hileras dobles y control fueron de 64.1, 67.7 y 62.9 cocos/palma, respectivamente. El rendimiento

de granos de cacao curado fue de 145.7 kg/ha en las parcelas con una hilera y 330.3 kg/ha en las parcelas con doble hilera.

KARIKARI, S. K. Plantain growing in Ghana. World Crops 24(2):22-24. 1972.

Con frecuencia el plátano (*Musa paradisiaca*) fue cultivado como sombra para el cacao. En los lugares donde el cacao fue devastado por nùridos y virus del engrosamiento de los brotes, se desarrolló el cultivo de plátano solo. En este documento se discute: la preparación del terreno, la siembra, la cubierta protectora del suelo o "mulching", el abonamiento, el riego, la intercalación de cultivos, la poda, labranza y recolección, los rendimientos, y las plagas y enfermedades. La producción de este producto alimenticio feculento podría cuadruplicarse si se practicara una mejor selección del material de propagación y se ejerciera un mejor control de los nemátodos y hongos que afectan la raíz de la planta. Resúmenes en francés y español en p. 4. Fotografías. 12 referencias.

LAMB, A. F. A. y NTIMA, O. O. Terminalia ivorensis. Commonwealth Forestry Institute, fast growing timber trees of the lowland tropics No. 5. Oxford, 1971. 72 p.

La publicación presenta un análisis detallado de las principales especies del género *Terminalia* y su distribución geográfica. En detalle se analiza la especie *Terminalia ivorensis*, utilizada con éxito como sombra del cacao por su rápido crecimiento, raíces profundas, tipo de sombra y calidad de madera, cualidades que la hacen una especie ideal para este propósito.

LASS, R. A. y WOOD, G. A. R. Cocoa in India. Cocoa Grower's Bulletin 17:20-26. 1971.

Las condiciones relativamente secas que prevalecen en la India generalmente son inadecuadas para el cultivo del cacao, con excepción de un número de pequeñas áreas del sur - los Estados de Mysore, Kerela, Tamil Nadu. La extensión de terreno sembrado con cacao alcanza aproximadamente las 1000 hectáreas. Hay posibilidades de cultivar areca (*Areca catechu*) y cacao bajo riego, en forma intercalada y de sembrarlos bajo sombra forestal o sombra específicamente plantada para ello. La sombra adecuada y la selección para resistencia a la sequía son vitales en el establecimiento de cacao joven, especialmente en áreas de precipitación marginal. Al principio se recomendó el cacao criollo, pero desde 1970 se recomienda sembrar el forastero que ha demostrado ser superior. Se espera que las importaciones sean sustituidas por la producción propia, especialmente la de pequeños productores, dentro de un período de 10 años. Fotografías. Mapa. 4 referencias.

LEACH, J. R. et al. Underplanting coconuts with cocoa in West Malaysia. Cocoa Growers's Bulletin No. 16:21-26. 1971.

El éxito logrado con siembras experimentales de cacao bajo cocoteros a lo largo de la costa occidental de Malasia y el favorable precio alcanzado por el cacao, han llevado a una reciente y rápida expansión del área sembrada. Se describen las condiciones de clima y suelo que prevalecen en la región en referencia y las prácticas locales para el establecimiento de cacao en cocotales, incluyendo el material vegetativo usado, la producción de plántulas en vivero, la preparación del terreno, el trasplante y la provisión de sombra. Corrientemente la siembra se hace en dos

hileras o surcos, separados tres metros, con plantas a 1.90 ó 2.00 metros dentro de las hileras. Se siembra en calles alternas para facilitar la recolección de los cocos. Más adelante se arralan. Pocos agricultores prefieren el sistema de siembra directa.

———. *Underplanting coconuts with cocoa in West Malaysia. Part. 2: Maintenance. Cocoa Grower's Bulletin* 17:5-10. 1971.

Parte, segunda y final de un artículo sobre siembra de cacao bajo cocoteros en Malasia Occidental, que trata los aspectos de operación, procesamiento, rendimiento y beneficios económicos. El cacao joven sembrado bajo cocoteros solo requiere la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Las recomendaciones que se hacen para protección del cultivo se refieren principalmente al control de gusanos (*Helopeltis clavifer*) y ratas. Las ganancias netas combinadas, resultantes del cultivo asociado de cacao y coco, calculadas para diferentes rendimientos de copra y cacao, exceden generalmente las ganancias que se obtienen del cultivo del coco sin intercalar cacao.

LEON, J. *Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. San José, Costa Rica. 1968. 487 p.*

El autor presenta un estudio exhaustivo de las características de las plantas cultivadas; de los factores que han intervenido en el proceso de domesticación tanto de las plantas cultivadas como de las malezas; de las fuerzas que determinan la variación en las plantas, como mutaciones, poloploidía, hibridaciones y selección natural y artificial. Igualmente presenta estudios sobre el origen de las plantas cultivadas y el desarrollo histórico de los cultivos antes y después del descubrimiento de América. La descripción de las plantas cultivadas se hace en forma sistémica.

LES ABRIS dans les plantation de cacaoyers et caféirs de la Guadalupe. *Le Agromonie Coloniale* 6(44):49-51. 1921.

El árbol más usado como sombrío de café y cacao en Las Antillas es *Inga laurina*, el cual se siembra a 12 metros en cuadro y se utiliza para colgar las lianas de la vainilla. Se mencionan con limitados usos en la zona en referencia, algunos frutales como los cítricos, el mango y el árbol del pan.

LIEFSTINGH, G. *Rubber. In Ghana University. Agricultural Research Station, Kade. Memoirs 1963-1964. s.n.t. pp. 22-27.*

En un ensayo de intercalación, las parcelas con una cobertura de leguminosas lo mismo que las parcelas intercaladas con plátanos y cacao o taro, o ambos, se cultivaron a la misma tasa y tuvieron un grosor mayor que las parcelas con una cobertura natural.

LLANO GOMEZ, E. *Cultivo del cacao. Bogotá, Ministerio de Agricultura, 1947. pp. 91-99.*

El autor señala las características que debe reunir una especie para ser considerada como ideal para sombrío; más adelante presenta las especies que en Colombia han demostrado tener estas cualidades, entre las que se cuentan *Erythrina* spp., *Aleurites moluccana*, *Anacardium excelsum*, *Samanea saman*, *Inga* spp. y cedro de Antioquia.

MAGALHAES, W. S., ALVIM, P. de T. y PEREIRA, C. P. *Competicao de sombra provisória em cacauero*. In *Centro de Pesquisas do cacauero, Informe anual 1965. Itabuna, Brasil, 1965. pp. 28-30.*

Los autores recomiendan como sombrío transitorio para el cacao especies de *Musa* (plátano y banano), *Manihot utilissima* (yuca), *Cajanus cajan* (*C. indicus*) (guandul), lo mismo que la asociación banano-guandul.

MAGNE OJEDA, J. *Comportamiento de Terminalia ivorensis, en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupí y frijol, utilizando pseudoestaca y plantón en el transplante. Tesis Mg. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1979. 90 p.*

El autor hace un análisis de crecimiento de *T. ivorensis*, asociada a algunos cultivos anuales en dos ciclos. Los cultivos utilizados como paso previo para la siembra de perennes como cacao, café o cítricos, fueron maíz, caupí (*Vigna unguiculata*) y frijol. Los resultados muestran que la pseudoestaca tuvo mejor sobrevivencia, comparada con el plantar o planta entera. La presencia de los cultivos mejoró significativamente el desarrollo de la especie. Los mejores comportamientos fueron los de *T. ivorensis* en asocio con leguminosas y sin asocio.

MANGABAT, G. P. y MARQUEZ, L. M. *Intercropping in coconut plantations*. In *Emata, R. G., ed. Coconut production. 1970. pp. 80-91.*

Los autores presentan los resultados de un experimento de intercalación de cultivos en una plantación de coco, realizado en la Estación Experimental de Tiaong, en las Filipinas. Los cultivos usados fueron café (robusta y excelsa), cacao, piña y bananos (Latundan y Saba). Durante los nueve años del experimento no se observaron efectos adversos del cultivo intercalado sobre el rendimiento del coco. Una vez que el cultivo intercalado alcanzaba su plena capacidad de producción, el ingreso bruto derivado de ellos fue mucho mayor que el obtenido del coco. Se presenta una estimación del costo de la siembra de los diferentes cultivos intercalados y las ganancias brutas obtenidas de estos cultivos. El café y la piña fueron los cultivos más lucrativos.

MANDARINO, E. P. y SANTOS, U. *Cultivos do cacauero para a Bahia a Espírito Santo. Itabuna, Brasil, Comissao Executive do Plano de Lavoura Cacauera. 1978. pp. 7-8.*

El trabajo recomienda las siguientes especies como sombrío transitorio para el cacao: *Xanthosoma* spp., *Colocasia esculenta*, *Crotalaria* spp., *Teplrosia* spp., *Canavalia* spp., *Calopogonium* spp., y bananos o plátanos.

MARQUES DE ALMEIDA, C. R. *Ffeito das plantas de sombra nas culturas tropicais. Anais do Instituto Superior de Agronomia (Portugal) 16:91-99. 1948-1949.*

El artículo hace referencia a los efectos fisiológicos que ocasiona la sombra sobre algunos cultivos tropicales, entre los que se encuentra el cacao.

MIRANDA, S. *Sombreamiento dos cacauais. Bahia, Brasil, Livraria duas Américas, 1983. 62 p.*

El cacao en estado natural vive en asociación biológica con otras especies como palmeras, árboles pequeños y arbustos, entre los que se cuentan *Astrocaryum* sp., *Ravenala guyanensis*, *Euterpe edulis*, *Maximiliana marina*, *Orbignya speciosa*, *Heliconia edulis*, *Socratea exorrhiza*, etc. El autor analiza algunos aspectos sobre el comportamiento del cacao a la sombra y al sol, como también el ambiente que lo rodea. Hace la descripción de algunas de las especies más usadas como sombrío en el cacao, entre las cuales recomienda *Aleurites moluccana* y *Erythrina velutina* por su comprobado buen comportamiento. No se recomienda el uso de especies como *Cassia grandis*, *Gliricidia sepium*, *Erythrina indica*, *Acacia decurrens* y coco, por su lento crecimiento, ni *Castilloa elastica*, *Myristica fragrans*, caucho y kapok, por agotar rápidamente el suelo. En Ceilán y Java estas especies están siendo reemplazadas con gran éxito por *Leucaena glauca*.

MORENO P., L. J. Luz y sombra para el cacao. *El cacaotero Colombiano* (5): 10-15. 1978.

Como sombrío transitorio para el cacao, el autor recomienda algunas especies como Guandul, Crotalaria (alto poder nitrificante) yuca y maíz. Estas especies se deben sembrar dos o tres meses antes de sembrar el cacao, de tal manera que al abrir el hueco para el cacao, este quede en el centro de un triángulo de 1.0 m de lado y en cuyos vértices van las especies antes mencionadas. También recomienda plátanos y bananos.

———, et al. *Beneficial effects of crops combination of coconuts and cacao. The Indian Journal of Agricultural Sciences*. 45(4): 165-171. 1975.

Los autores describen los efectos benéficos que se producen al asociar el coco con el cacao, posiblemente debido a la microflora que se produce en el suelo al realizar esta asociación.

MURASHIGE, T. et al. *Papaya retards macadamia growth. Hawaii Farm Science* 11(4): 1-2. 1962.

Investigaciones llevadas a cabo en Hawaii han revelado que las plantas de papaya segregan una sustancia tóxica en el suelo, la cual retrasa el desarrollo de la subsiguiente cosecha de papaya cultivada en el mismo terreno. Un ensayo de campo mostró que el crecimiento de los árboles de macadamia se vio demorado cuando se intercaló con papaya. Las condiciones de la prueba sugieren que el efecto adverso se debió también a un principio tóxico introducido al suelo por las plantas de papaya.

MURRAY, D. B. *A shade and fertilizer experiment with cacao. Report on Cocoa Research*. II 1952: 11-21; III 1953: 30-37; IV 1954: 32-36. 1953, 1954 and 1955.

El autor analiza los resultados de un experimento de fertilización de cacao bajo diferentes sombreamientos artificiales. (Ver descripción en Evans y Murray 1951).

———. *Climatic requirement of cocoa with particular reference to shade. Cocoa conference 1955. London, 1955. pp. 17-22.*

El autor hace varios comentarios sobre los pros y los contras de la sombra, y analiza más profundamente los factores climatológicos que son afectados por la sombra,

como la temperatura, la lluvia, la humedad ambiental, el viento y finalmente la luz; discute el efecto de modificar cada uno de estos factores y sus interacciones. Llegando entre otras a la conclusión de que la sombra se hace más necesaria para el cultivo del cacao entre más desfavorables se vuelvan las condiciones del cultivo.

MURRAY, D. B. *The role of shade in the cultivation of cacao. The Journal of the Agricultural Society of Trinidad and Tobago* 57:193-207. 1957.

El autor analiza los resultados de un experimento realizado en Trinidad para comparar el comportamiento del cacao bajo 15, 25 y 100 por ciento de luz, con y sin fertilizantes. Como resultados encuentra que para iniciar la plantación el cacao requiere de sombra o fertilización. El efecto de la fertilización se presenta menor entre menos luz hay. Una consideración importante es la estación seca: si ésta es un poco larga o drástica, las plantaciones sin sombra sufren más. Considera la sombra como un factor amortiguador en las condiciones adversas, pero no esencial para el crecimiento. Hay que iniciar una plantación con sombra fuerte y luego paulatinamente disminuirla, observando cuidadosamente el momento oportuno para ralear.

———. *Shade trees for cacao. A report on cacao Research 1955-1956. Trinidad B.N.I. 1957. pp. 45-47.*

El autor hace un recuento del tipo de sombra que se utiliza en Trinidad para cultivar cacao, señala los problemas que han tenido algunas especies, los cambios de la sombra que han habido en el tiempo y presenta una lista de 16 especies que analiza en su origen y en la utilidad que pudieran tener. También incluye una lista de 31 especies que se están probando en forma experimental.

———. *Environmental Factors and the growth of cocoa. Cocoa Grower's Bulletin* 3:8-11. 1964.

El autor hace un estudio rápido de las necesidades de suelo y clima para el cacao. Señala la importancia de un buen balance de todos los factores para el normal desenvolvimiento del cultivo, para lo cual es esencial la habilidad de detectar y resolver, los limitantes más importantes. La mayoría de estos limitantes pueden ser resueltos fácilmente pero si el factor lo constituyen las épocas o estaciones de lluvia y sequía, entonces puede ser muy difícil.

———, y NICHOLS, R. *Light, shade and growth in science tropical plants. Light as an ecological factor. British Ecological Society Symposium No. 6. Blackwell, Oxford pp. 249-263. 1966.*

Los autores hacen un análisis del efecto de la sombra sobre el cacao, analizan algunas especies usadas como sombra en varias partes donde crece la planta, y discuten el efecto sobre la fertilización bajo diferentes aspectos y en varios años. También se estudia el efecto de la sombra en otros cultivos.

NADARAJAH, M. et al. *The use of papain as a biological coagulant for natural rubber latex. Quarterly Journal, Rubber Research Institute of Ceylon* 50(3-4):134-142. 1973.

El uso de papaína como coagulante discutido en este trabajo, debería ser práctico si los árboles de papaya se intercalaran con caucho inmaduro de más o menos cuatro años.

NAIDU G. V. B. *Sugarcane as shade-cum-intercrop to arecanut. Arecanut Journal* 12:191-194, 1961.

Comparada con el banano, la caña de azúcar eleva el crecimiento de la areca y el ingreso efectivo por acre, pero no es efectiva en la preservación del secamiento de las hojas ocasionado por el sol en el estado de plántula.

NAIR, P. K. R. *Intensive multiple cropping with coconuts in India: principles, programmes and prospects. Berlin, Parey, 1979, pp. 29-109.*

La publicación reúne las experiencias para aprovechar en mejor forma el terreno utilizado en el cultivo del coco; para este fin se establecen cultivos multiestratificados que incluyen especies de ciclo largo como piña, cacao, bananas, yuca, pasto elefante, gengibre y papa china, y otros de ciclo corto como soya, arroz y vigna. Presenta mapas detallados para su establecimiento, incluyendo las distancias de siembra más adecuadas de acuerdo a la distribución y tamaño de las raíces. Incluye datos de producción de cada especie cuando se siembra sola o en combinación con el coco. También describe el comportamiento fisiológico de las diferentes combinaciones, el comportamiento de la microflora de las raíces en las asociaciones y los requerimientos de nutrimentos. Finalmente incluye datos económicos y de producción de los diversos ensayos realizados en diferentes regiones de la India.

_____. y BALAKRISHNANT, K. *Ecoclimate of coconut plus cacao crop combination on the west coast of India. Agricultural Meteorology* 18(6):455-462, 1977.

El autor analiza algunas variaciones diarias de temperatura, presión de vapor, HR y evaporación en plantaciones de coco y cacao, en diferentes situaciones y por dos estaciones. Las combinaciones de los cultivos han dado un efecto de amortiguación contra estas variaciones, mejorando las condiciones del ambiente.

_____. *Ecoclimate of coconut plus cacao crop combination on the west coast of India. Agricultural Meteorology* 18(6):455-462, 1977.

En este estudio se midieron las variaciones diarias de temperatura, presión de vapor, HR y evaporación a 0.100 y 200 cm sobre el nivel de la tierra, en plantaciones de monocultivos de coco irrigadas y no irrigadas, en un cultivo combinado de coco y cacao irrigado, y sobre un suelo no cultivado entre noviembre y mayo. El experimento se llevó a cabo por dos estaciones consecutivas. El ecoclima de combinación del cultivo mostró un efecto de amortiguación contra la marcada variación diaria; y las diferencias entre el promedio máximo diario, las temperaturas mínimas y el HR fueron considerablemente menores que en monocultivos de coco o sobre suelo no cultivado.

La evaporación de la combinación de cultivos fue solo un 30 por ciento de la del suelo no cultivado.

_____. y THOMAS VARGHESE, P. *Crop diversification in coconut plantations. Indian Farming* 25(11):17-19, 21, 1976.

Los autores estudian tres patrones de cultivo: la intercalación de cultivos anuales y perennes en cocotales, el cultivo mixto con plantas perennes y el cultivo a múltiples

niveles. Los tubérculos tienen gran potencial como cultivos intercalados debido a su corta duración, relativa facilidad de manejo y alto contenido calórico. El cacao es muy adecuado para el cultivo mixto ya que se puede sembrar en dos hileras como seto doble, entre las hileras de cocoteros. La combinación de cultivos a múltiples niveles abarcó coco, pimienta negra y piña. En una plantación de coco de 175 plantas por hectárea se pueden acomodar 600 plantas de cacao y 3500 de piña, además de la pimienta negra, cuyas guías trepan por los troncos de los cocoteros. Se discuten los méritos agronómicos, necesidades de insumos y ventajas económicas de estos patrones de cultivo.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Underexploited tropical plants with promising economic value. Washington, National Research Council, 1975. 189 p.

Los autores incluyen 36 especies originarias de los trópicos que tienen en la actualidad poco o ningún uso. Entre ellas se encuentran cereales como quinua, *Zostera marina* y *amarantus*; raíces y tubérculos como arracacha y taro; vegetales como chaya y el corazón de algunas palmáceas; frutas como mangostán, naranjilla, pejíbaye, pomelo y uvilla; semillas oleaginosas como las de algunas palmáceas: babasú, caryocar, jessenia y jojoba; finalmente, forrajes como acacia, *Cassia sturtii*, y otras especies con otros usos, que también se pueden utilizar para sombra de cacao.

———. *Leucaena, promising forage and tree crops for the tropics. Washington, National Academy of Science, 1977.*

En esta publicación se hace un análisis detallado del establecimiento de la especie y de sus usos como alimento para el hombre y el ganado en la elaboración de pulpa para papel y otros usos madereros; además sirve como sombrío para especies umbrofilas. También se detallan sus necesidades agronómicas y los problemas que se podrían presentar en su cultivo.

———. *Tropical legumes: resources for the future. Washington, National Academy of Sciences, 1979. 331 p.*

El trabajo describe 42 especies entre las cuales podemos encontrar productoras de raíces alimenticias, frutales, forrajes, legumbres y plantas ornamentales, que pueden servir para sombra de cacao.

NELLIAT, E.V., BAVAPPA, K. V. y NAIR, P.K.R. Multistoreyed cropping a new dimension in multiple cropping for coconuts plantations. World crops 26(2):262-266. 1974.

Los autores analizan el concepto de cultivos multiestratificados, combinando cultivos de plantas perennes como coco-pimienta-cacao o *Cinnanomum zeylanicum*-piña; hacen consideraciones económicas y describen los principales problemas agronómicos que se podrían presentar; también detallan las distancias de siembra más apropiadas de acuerdo a la distribución de las raíces.

NEW TREE FOR SHADE OF CACAO. Agriculture in the Americas 5(6):117. 1945.

El árbol más recomendado como sombra para el cacao es *Erythrina velutina*. Sin embargo, el autor recomienda *Cytoria racemosa*, leguminosa ornamental de rápido desarrollo y amplia copa. De sus semillas se extrae un aceite valioso que contiene hasta ocho por ciento de proteína y puede ser utilizado en la cocina, reemplazando al de oliva. La madera del árbol es dura y de gran utilidad en carpintería.

NOSTI N., J. *Cacao, café y té. Barcelona, Salvat, 1953. pp. 136-166.*

El autor recomienda para sombrío aquellas especies que tienen copa no muy completa, de manera que producen entre 50 y 100 por ciento de sombra como *Albizzia lebbec*, *Pithecolobium saman*, *Leucaena glauca* y *Peltophorum ferrugineum*; presenta una lista de árboles que han demostrado no ser aptos para sombrío por diferentes razones como: *Picanthus kombo*, por producir escasa sombra; *Musanga smithii*, por tener raíces muy superficiales; y *Berlinia bracteosa*, por perder las hojas durante el verano, entre otros. Otras especies africanas como *Staudtia gannensis*, *Terninalia superba* y *Clorophora excelsa* además de poseer madera de buena calidad, resultaron excelentes para sombrío.

OWEN JONES, J. B. *Underplanting coconut stands with cocoa on Kuala Perak Estate with special reference to planting methods and manufacturing procedures. Planter 43(3):95-98, 1967.*

El artículo describe los métodos de cultivo y elaboración del cacao en una hacienda de Malasia. Las pruebas iniciales en 1956 indican que los suelos aluviales de la región costera son los que mejor se adaptan para el cultivo; por consiguiente, la mayor parte del cacao se sembró bajo la sombra de los cocoteros con un espaciamiento de 3 x 1.2 metros, dejando libre cada segunda hilera para facilitar la recolección. La siembra es precedida por una pasada de arado rotativo. Al principio las plantas jóvenes reciben sombra de los cocoteros. Los campos nuevos se mantienen libres de malezas con la aspersión circular de paraquat. El sistema de poda está dirigido a la formación de árboles con dos niveles. Los insectos minadores de las hojas y el *Helopeltis* se controlan fácilmente con insecticidas, pero las ratas continúan siendo un problema. El cacao de tipo Amelonado, sembrado en los primeros años, fue susceptible a muerte regresiva y ha sido reemplazado por material proveniente del Alto Amazonas.

PANDALAI, K. M. y MENON, K. P. V. *The coconut palm, a monograph. Bombay (India), India Press, 1958. 384 p.*

La publicación comprende trabajos sobre el cultivo del coco en todos sus aspectos.

PEREZ ARBELAEZ, E. *Manual del cacaotero venezolano. Caracas, Ministerio de Agricultura y Cría, artes gráficas, 1937. pp. 175-179.*

El trabajo señala que para sombrío transitorio del cacao en Costa Rica se utiliza *Tephrosia* o *Crotalaria*. En Colombia, Nicaragua y Papua-Nueva Guinea se utiliza *Flemigia* y en Ecuador, Brasil y Antillas se utiliza el plátano o el banano.

PIRINGER, A. A. y DOWNS, R. J. *Effects of Photoperiod and Kind of Supplemental Light on the Growth of Theobroma cacao. Inter-american cacao Conference Proceedings. Trinidad and Tobago 8:82-89, 1960.*

Se cultivaron plantitas de semilla de *Theobroma cacao* por 18 meses con fotoperíodos de 8, 12, 12 horas con una hora de interrupción en la media noche, 14, 16 y 24 horas.

Los diversos fotoperíodos se consiguieron extendiendo las ocho horas de luz natural en el invernadero, con luz suplementaria incandescente de baja intensidad. Se usó un tratamiento adicional de 16 horas con luz suplementaria fluorescente, para averiguar el efecto diferente sobre el crecimiento.

Las plantas respondieron relativamente rápido a los diferentes fotoperíodos. Los tallos más cortos correspondieron al tratamiento de apenas ocho horas y los más largos a 16 horas de luz, debido principalmente a los entrenudos más largos. Con fotoperíodos de 14 y 16 horas y de noche interrumpida, las plantas formaron "horqueta" más temprano. El tratamiento con ocho horas de luz natural extendido a 16 horas de luz fluorescente se caracterizó como un día largo en la formación de "horqueta", pero como día corto en el crecimiento del tallo. La luz continua produjo un crecimiento menor. Con el tratamiento de noche interrumpida, las plantas respondieron igual que con fotoperíodos mayores de 12 horas.

PONCIN, L. The use of shade at Lukolela Plantations. Cacao Conference, London. pp. 281-288. 1957.

Durante la estación nublada el máximo de asimilación de nutrimentos se produce a plena luz; por el contrario, bajo un 25 por ciento de luz la asimilación se hace imperceptible. Durante la época seca el sol es muy brillante lo que reduce la tasa de asimilación de nutrimentos, cuyo máximo se produce con un 50 por ciento de luz. Esto indica que la luz es un factor decisivo, que debe tomarse en cuenta, especialmente, en su relación con la duración e intensidad de la estación seca en cada localidad.

RAMADAN, K. et al. Intercropping of coconuts with cocoa in Malaysia. Planter (Malaysia) 54(627): 329-342. 1978.

En Malasia el cultivo de cacao intercalado bajo viejos cocoteros ha aumentado los beneficios económicos. Grandes extensiones de coco sembrado en terrenos fértiles de arcilla aluvial a lo largo de la costa occidental de la península de Malasia han sido intercaladas con cacao. Los precios favorables que alcanza el cacao, los inestables precios de la copra y la disponibilidad inmediata de la sombra de los cocoteros, determinaron la rápida expansión de la industria cacaotera. El trabajo considera la situación actual con respecto a materiales de siembra, prácticas de cultivo, insumo de fertilizantes, plagas y enfermedades, recolección y manufactura, lo mismo que los rendimientos y beneficios económicos, también discute las principales áreas de investigación. El sistema de cultivo podría mejorar con el uso de híbridos de coco de alto rendimiento.

REYES, E. H., PEREZ ZAMORA, A. y REYES C. L. de. Efecto de dos especies de Erythrina - glauca y poeppigiana - sobre la producción de 10 híbridos bicolores de cacao. In Ministerio de Agricultura y Cría VIII jornadas agronómicas, Cagua, Venezuela, 1972. n.i.

El trabajo detalla las funciones que cumple la sombra en el cultivo del cacao, las cualidades que debe tener un árbol para sombra y los diferentes métodos para establecer el sombrío en diversas zonas cacaoteras del mundo. Presenta listas de las

especies que mejor se han comportado en diferentes países, según sus condiciones ecológicas, y de aquellas que por diversas causas hacen disminuir la producción en el cacao.

RODRIGO, P. A. y MANGABAT, C. P. *Cacao proves to be a paying intercrop in coconut gardens. Coconut Bulletin* 18:185-190. 1964.

El autor comenta algunos experimentos intercalados entre coco y cacao que tienen muy buenas perspectivas para las Filipinas.

SHEPHERD, R., GILBERT, J. R. y COWLING, P. G. *Aspects of cocoa cultivation under coconut on two estates in Peninsular Malaysia. Planter* 53(612):99-117. 1977.

El documento señala como la intercalación de cacao en viejos cocotales ha tenido un éxito sin precedentes en Malasia. Las cosechas de cocos no han mermado y se espera obtener rendimientos de más de 1000 lb de almendras secas de cacao por acre. Aunque el cacao no ha alcanzado plena madurez en todas las siembras, en años recientes los ingresos provenientes del cacao han superado los producidos por la plantación de coco y los actuales ingresos combinados, por acre, son superiores a los obtenidos de la palma oleaginosa (africana, aceitera). La asociación de estos cultivos no ha dejado de presentar problemas. La mayor parte de las dificultades han sido superadas, pero debe mantenerse una estrecha vigilancia para asegurar que se controlen la muerte regresiva vascular "streak dieback" y las enfermedades causadas por *Phytophthora palmivora*. También son necesarias revisiones estrictas, lo mismo que medidas correctivas oportunas para reducir al mínimo los daños causados por plagas de insectos y por mamíferos. Se ha intentado una resiembra limitada de viejos cocotales con cacao y se ha desarrollado una forma de eliminar los cocoteros, que causa muy poco daño al cacao.

SIMANDJUNTAK, S. B. *The role of shade in planting of young cacao. Bull. Res. Inst. of the S.P.A. No. 52* 18 p. 1964. (*Horticultural abstract vol. 37 No. 3 Sup. 1967*) (original no consultada).

Esta revisión de literatura sobre el papel que desempeña la sombra en los árboles jóvenes de cacao incluye información acerca del uso de la sombra, lo mismo que sobre la siembra de cacao bajo otros cultivos o plantas perennes, como cocoteros y palma aceitera. Mientras que los rendimientos de cacao sembrado bajo árboles de caucho han resultado decepcionantes en varios países, los resultados preliminares del cultivo de cacao bajo palma aceitera obtenidos en Indonesia son prometedores. El trabajo describe brevemente la práctica de sembrar cacao bajo palma aceitera en dos plantaciones de Sumatra y llega a la conclusión de que es necesario una mayor información para valorar los méritos de la siembra mixta de esta asociación. Resumen en inglés. 11 referencias.

SMITH, G. W. *Some physical aspects of the cacao shade experiment. Report on Cacao Research (Trinidad):38-44. 1953.*

Este informe cuantifica algunas de las cualidades que le proporciona la sombra a los cacaotales, como temperatura y humedad del suelo y aporte de materia orgánica.

THOROLD, C. A. *Observations on a trial of trees as shade for cacao. Tropical Agriculture (Trinidad):* 203-206. 1945.

Dado que dos de las especies más utilizadas como sombrío para cacao, *Erythrina poeppigiana* y *E. glauca*, eran atacadas por el hongo *Calostilbe striispora* se inició un estudio para encontrar otras especies, también utilizadas como sombrío que pudieran ser atacadas por el patógeno. Con este propósito se probaron 15 especies asperjándolas con esporas del hongo. El artículo presenta una descripción completa de estas especies, sus características como sombrío, y lo que pueden aportar como árboles maderables o enriquecedores del suelo.

URQUIHARD, D. H. *Cacao, Trad. J. Valerio IICA, Turrialba, Costa Rica, 1963. pp. 23-24.*

El autor se refiere al efecto del sombreado de cacao en relación a la nutrición. Se extiende sobre la necesidad de la sombra inicial y de la permanente, y comenta algunas de sus funciones. Discute el grado deseable de la sombra en algunos lugares de Africa, las especies que se pueden usar ; presenta métodos para su establecimiento. Discute también los usos que tiene la mayoría de los diferentes tipos de sombras y sus valores económicos.

———. *Prospects of the growing of cacao in the British Solomon Islands, with notes on Malaya, Ceylon and Java. Bournville, Publication Cadbury Bros. Ltd., 1951. 44 p.*

Los cocoteros son establecidos sobre suelos costeros poco profundos de origen coralino. Aunque estos suelos no son adecuados para el cacao, hay áreas considerables de suelos aluviales y de otros tipos. El autor recomienda plantar principalmente el material de cacao que ha sido introducido de Keravat en New Britanic y que se ha sembrado primero en canastas, como semilleros. Se pueden establecer plantaciones pequeñas cerca de los centros potencialmente importantes y se considera que especies tales como *Crotalaria anagyroides*, *Leucaena glauca* y otros cultivos como *Colocasia* sp. y banano podrían ser usados como sombrío. El informe incluye un estimado de los costos netos del plan de siembra del cacao en suelos de las Islas Solomon, lo mismo que datos meteorológicos e informes de visitas a plantaciones recientemente establecidas en áreas de Malaya y a las conocidas áreas de Ceilán y Java. En Malasia se notó un crecimiento excepcional del cacao bajo el bosque alto. En algunas áreas parece que es suficiente sombra. Se está estableciendo una finca de 1200 acres en Trengganu. El autor considera que desarrollar el cultivo del cacao en Malasia es bueno. En Ceilán ha dado buen resultado mezclar cultivos de cacao y caucho, aunque esta combinación tiene algunas fallas. El cacao proporciona sombrío en las fincas caucheras donde la corteza del caucho tiende a secarse haciendo dificultosa la sangría (extracción del caucho). En Java hay tres selecciones principales: DR 1 y DR 2 son intermedias entre Forastero y Criollo, y DR 38, un tipo de cacao criollo. La propagación por yemas se prefiere a la de enraizamiento de estacas.

VAN HALL, C. J. J. *Cacao. Londres, McMillan, 1932. pp. 134-142.*

Recomienda como sombrío transitorio para el cacao especies como yuca, plátanos y bananos.

VERTEUIL, L. L. *de. Further observations on a trial of trees as shade for cacao. Tropical agriculture (Trinidad y Tobago) 32(3): 241-243. 1955.*

El trabajo registra observaciones sobre el comportamiento de 15 especies comparadas de árboles en un área sujeta a inundación y fuerte lluvia, donde el poró, *Erythrina glauca*, y en menor extensión *E. poeppigiana*, están sujetas a sufrir enfermedades fungosas asociadas con *Calostilbe striispora*.

Se encontró que *Parkia roxburghii* y *Schizolobium escelsum*, que parecían prometedores en 1945, han desarrollado características indeseables que las excluyen como especies recomendables para sombra. *Bravaisia integerrima* no es un árbol de sombra adecuado porque tiende a interferir con el crecimiento normal del cacao. Se confirmó que *Peltophorum ferrugineum* es merecedor de un tratamiento posterior como un árbol de sombra, así como la necesidad de controlar el dosel mediante la poda. Ninguna de las especies de árboles en el ensayo es tan adecuada para sombrear el cacao como *Erythrina glauca*.

WOOD, G. A. R. *A note on interplanting oil palms with cocoa. Planter 42(12):555. 1966.*

En Malasia, la experiencia ha indicado que es indeseable la asociación palma aceitera o africana con cacao. El espaciamiento habitual de 9 x 9 m usado para la palma aceitera o africana, produce una sombra demasiado densa. En una hacienda donde se sembraron 1 ó 2 hileras de cacao entre palmas aceiteras espaciadas a 12 x 6 metros, se encontró que el crecimiento del cacao fue satisfactorio, pero los rendimientos fueron decepcionantes. Por otra parte, los plantíos de palma aceitera generalmente abundan en ratas y no todos los suelos adecuados para la palma africana, lo son para el cacao. En varios países se ha intentado sembrar cacao bajo árboles de caucho pero el resultado nunca ha sido satisfactorio debido a la densidad de la sombra. Por otro lado, sembrar cacao bajo cocoteros puede tener éxito si el suelo es adecuado para el cacao, como se ha comprobado en Nueva Guinea.

WRIGGIT, J. *Shade and cocoa. Jamaica, Department of Agriculture, 1949. Extensión circular No. 28, 8 p.*

En Jamaica se utilizan los siguientes árboles como sombrío para cacao: *Samanea saman* (18.3 x 20.10 m.); *Inga vera* (9.15 x 9.15 m.); *Gliricidia sepium* (6.10 x 6.10 m) y *Cocos nucifera*.

ZAFFARONI, E. y ENRIQUEZ, G. A. *Asociación de cultivos perennes, una alternativa de diversificación en áreas tropicales para pequeños agricultores. Revisión de Literatura. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 17 p. 38 referencias.*

Los autores presentan resultados de la asociación de cultivos perennes, lo que constituye una alternativa de diversificación en líneas tropicales y consignan las ventajas y desventajas de esta asociación; revisan conocimientos sobre las asociaciones: coco y cacao, hule y cacao, palma de aceite y cacao, y café y banano o plátano; analizan algunas consideraciones sobre los sistemas poliestratados; y concluyen que algunas de las alternativas analizadas (por ejemplo, coco-cacao) son muy promisorias y que es necesario una mayor investigación en zonas donde existen condiciones óptimas para estos cultivos, sobre todo en América Tropical donde la información es escasa.

ZEVALLOS, A. C. y ALVIM, P. de T. *Influencia da eritrina no aumento de producao do cacau. Cacau Atualidades* 3(4):2-3. 1966.

Los autores estudian el efecto de la sombra de *Erythrina* en la producción del cacao. Se estudió la producción del cacao en relación a tres distanciamientos de los árboles de sombra: 2.25, 6.3 y 8.4 m y se obtuvo un rendimiento respectivamente, de 4.11, 3.78 y 3.08 kilogramos de almendras frescas por árbol. También se encontró que había una considerable variación entre las tres distancias en cuanto a la distribución de las raíces y a la humedad del suelo. La cantidad de nutrimentos parece ser mayor hacia el árbol de sombra.